

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta**

Institut environmentálního inženýrství

**ZMAPOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ  
VE MĚSTĚ OSTRAVA**

bakalářská práce

Autor: Andrea Kučová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Kodymová, Ph.D.

**OSTRAVA 2014**

# **VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**

**Faculty of mining and geology**

Institute of environmental engineering

## **AN AIR QUALITY MONITORING IN OSTRAVA CITY**

The Bachelor Thesis

Author:

Andrea Kučová

Supervisor:

Ing. Jana Kodymová, Ph.D.

**OSTRAVA 2014**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Andrea Kučová**  
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny  
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství  
Téma: **Zmapování kvality ovzduší ve městě Ostrava**  
**An Air Quality Monitoring in Ostrava City**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Ochrana ovzduší ve světě a ČR
3. Legislativa v oblasti kvality ovzduší
4. Monitorování kvality ovzduší v ČR a ve světě
5. Vývoj kvality ovzduší ve městě Ostrava
6. Analýza současného stavu ovzduší v městě Ostrava
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

HEMERKA, Jiří a Pavel VYBÍRAL. Základy ochrany ovzduší. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2008, 117 s. ISBN 978-80-01-03922-9.  
KURFÜRST, Jiří. Kompendium ochrany kvality ovzduší. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., 2008. 408 s. ISBN 978-80-86832-38-8.  
STERN, A. C., BOUBEL, R. W., FOX, D. L., TURNER, B. Fundamentals of air pollution. Third edition. United States: Academic Press, Orlando, FL, 1994. 492 p. ISBN 0126665605.  
COOPER, C.D., ALLEY, F.C., (2011): Air pollution control. 4. vyd. Waveland IL: Waveland Press Inc. fourth edition. ISBN 1-57766-678-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Kodymová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 30.04.2014

prof. Ing. Vojtech Dimer, CSc.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## PROHLÁŠENÍ

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu Komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2014

Andrea Kučová

## **ANOTACE**

Bakalářská práce „Zmapování kvality ovzduší ve městě Ostrava“ se zaměřuje na kvalitu ovzduší v městě Ostrava. První část práce se zabývá ochranou a kvalitou ovzduší ve světě a v České republice zaměřením na legislativu ochrany ovzduší a jejího monitorování. Druhá část práce je zaměřena na vývoj a analýzu kvality ovzduší v městě Ostrava znázorněné na grafech.

*Klíčová slova:*

*Ochrana ovzduší, znečištění ovzduší, vývoj kvality ovzduší, legislativa*

## **SUMMARY**

The Bachelor Thesis "An Air Quality Monitoring in Ostrava City" focuses on air quality in Ostrava. The first part of the Thesis is dealing with the protection and air quality in the world and in the Czech Republic, focused on legislation on air pollution and its monitoring. The second part focuses on the development and analysis of air quality in Ostrava shown on the charts.

*Keywords:*

*Protection of air pollution, the development of air quality, legislation*

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Janě Kodymové, Ph.D. za její trpělivost, ochotu a předání cenných rad, které mi velmi přispěly k dokončení této práce.

V Ostravě dne 30. 4. 2014

Andrea Kučová

# OBSAH

ÚVOD.....	1
<b>1 OCHRANA OVZDUŠÍ VE SVĚTĚ A V ČR.....</b>	<b>2</b>
1.1 Zhodnocení kvality a ochrany ovzduší ve světě, Evropě a ČR.....	2
<b>2 LEGISLATIVA V OBLASTI KVALITY OVZDUŠÍ.....</b>	<b>12</b>
2.1 Vídeňská úmluva .....	12
2.2 Montrealský protokol.....	12
2.3 Ženevská úmluva.....	13
2.4 Stockholmská úmluva.....	13
2.5 Legislativa v ČR v oblasti kvality ovzduší .....	13
2.6 Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší pro Moravskoslezský kraj ve srovnání s ČR.....	14
2.7 Krajský integrovaný program .....	17
2.8 Opatření pro Moravskoslezský kraj.....	18
<b>3 MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V ČR A VE SVĚTĚ.....</b>	<b>20</b>
3.1 Metody měřicích stanic.....	22
3.2 Informační systémy pro monitorování kvality ovzduší .....	23
<b>4 VÝVOJ KVALITY OVZDUŠÍ VE MĚSTĚ OSTRAVA .....</b>	<b>27</b>
<b>5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU OVZDUŠÍ V MĚSTĚ OSTRAVA .....</b>	<b>34</b>
5.1 Opatření pro nejvýznamnější zdroje znečišťování ovzduší .....	39
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>47</b>



## SEZNAM ZKRATEK

AirBase	<i>the European <u>Air</u> quality diabase</i> – databáze o kvalitě ovzduší
AMS-SRS	Automatická meteorologická stanice – Státní rostlinolékařská správa
BNZ	benzen
CAFE	<i>Clean Air for Europe</i> – program pro Evropu na snížení znečištění ovzduší
CH <sub>4</sub>	methan
CO	oxid uhelnatý
CZT	centrální zdroj tepla
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČEZ	České energetické závody
ČR	Česká republika
ČSFR	Česká a Slovenská Federativní Republika
EHK	Evropská hospodářská komise
EHP	Evropský hospodářský prostor
ERDF	Evropská fond pro regionální rozvoj
EU	Evropská unie
FS	fond soudržnosti
ISKO	Informační systém kvality ovzduší
LfUG	<i>Landesamt für Umwelt und Geologie Dresden</i> , SRN
MSK	Moravskoslezský kraj
MÚ	Městský úřad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NECD	<i>Revision of the National Emission Ceilings Directive</i> Revidovaná směrnice o národních emisních stropích

NH <sub>3</sub>	amoniak
NO <sub>x</sub>	oxid dusíku
OPD	Ochranný program dopravy
OPŽP	Ochranný program životního prostředí
OSN	Organizace spojených národů
OZKO	oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší
PM	poletavý prach
POP	perzistentní organické polutanty
REZZO	Registru emisí a zdrojů znečištění ovzduší
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
SPM	suspendované prachové částice
TNL	toulen
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> – Program organizace spojených národů pro životní prostředí
VOC	těkavé organické látky
VÚLHT	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
VÚRV	Výzkumný ústav rostlinné výroby
ŽP	životní prostředí

## ÚVOD

Jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí je právě ovzduší. Znečištění kvality ovzduší je způsobeno jak přírodním tak i lidským zdrojem převážně z průmyslu a z dopravy. Vypouštěním znečišťujících látek do ovzduší se díky meteorologickým podmínkám šíří do vzdálených míst od zdroje. Toto znečištění negativně působí na lidské zdraví i na životní prostředí. A proto tématem mé bakalářské práce je zmapování kvality ovzduší ve městě Ostrava.

Cílem této bakalářské práce je znázornění vývoje kvality ovzduší na grafech se zaměřením na město Ostravu.

První kapitola bakalářské práce je věnována ochraně kvality ovzduší ve světě a v České republice. Evropa je nejaktivnější v oblasti kvality ovzduší a řídí se hlavní směrnicí 2008/50/ES. Na základě této směrnice je vytvořen evropský program CAFE, který buduje cíle ke zlepšení kvality ovzduší. Na základě právních předpisů ke stanovení imisních limitů pro každou znečišťující látku, je vytvořena databáze Airbase, která pokrývá geograficky celou Evropu a monitoruje znečišťující látky.

Druhá kapitola je zaměřena na odvětví legislativy. Ta je hlavní složkou v ochraně kvality ovzduší. Evropské země se zavázaly ve Vídeňské úmluvě k ochraně ozonové vrstvy a k dalším úmluvám, které zajišťují kvalitu ovzduší. Dále v kapitole je zmínka o oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší, které hodnotí ČHMÚ a o programech, které zajišťují opatření na zlepšení kvality ovzduší zaměřené na Moravskoslezský kraj.

Třetí kapitola je věnována monitorování kvality ovzduší ve světě a v České republice, kde budou popsány jednotlivé znečišťující látky, které ovlivňují kvalitu ovzduší, zdraví obyvatel a také celý ekosystém. Dále jejich monitorovací metody a popis měřících stanic v rámci města Ostravy.

Poslední kapitola se zabývá analýzou kvality ovzduší ve městě Ostrava, jejími zdroji znečištění, a následnými opatření ke zlepšení kvality ovzduší v problémové oblasti Moravskoslezské kraje.

# 1 OCHRANA OVZDUŠÍ VE SVĚTĚ A V ČR

Kvalitu ovzduší a v konečném důsledku i kvalitu života ovlivňuje především stav a vývoj životního prostředí. Stává se tudíž prioritní záležitostí v každé společnosti.

Obecně v posledních desetiletích došlo k viditelnému zlepšení kvality ovzduší. Viditelné a nápadné znečištění ovzduší, jako je například kouř, smog a prašnost, vymizelo z mnoha měst díky místním, národním i celoevropským iniciativám. Bohužel stále dochází ke stavům představujícím nebezpečí v podobě průmyslové havárie nebo smogové epizody. Všeobecně má současné znečištění ovzduší stále negativní vliv na zdraví obyvatelstva.

Úroveň znečištění ovzduší je v mnoha evropských městech stále nevyhovující z hlediska rozšíření průmyslu a stále narůstajícího počtu automobilů, a proto je kvalita ovzduší kontinuálně monitorována. Většina naší ekonomické aktivity je směřována do městských obydlí, kde žije 80 % evropské populace.

V městském prostředí jsou dopravní cesty v těsném sousedství s obytnými zónami, a proto právě doprava nejvíce přispívá k městskému znečištění ovzduší. Přestože obytné a průmyslové zóny jsou často odděleny, znečištění se přenáší ovzduším na velké vzdálenosti a průmysl tak přispívá k znečištění ovzduší jak přímo, tak i prostřednictvím pozadových koncentrací. Je patrné, že ve městech bez průmyslu převažuje znečištění z dopravy nad ostatními druhy znečištění. Kvalita ovzduší je proto běžným problémem téměř veškerých velkoměst. Pro zlepšení kvality ovzduší bylo vyvinuto značné úsilí ve formě různých opatření. [17]

## 1.1 Zhodnocení kvality a ochrany ovzduší ve světě, Evropě a ČR

Ve Spojených státech se kvalita ovzduší společně s ekonomickým rozvojem zlepšila. Agentura Spojených států pro ochranu životního prostředí (US Environmental Protection Agency) udává, že znečištění ovzduší v letech 1970 až 2001 poklesl o 25 %. V těchto letech poklesly emise  $\text{CO}_2$  o 19 %,  $\text{SO}_2$  o 44 %, znečišťující látky  $\text{PM}_{10}$  klesly o 76 % a olova o 98 %. U znečišťující látky  $\text{NO}_x$ , která přispívá k tvorbě smogu, vzrostla od roku 1970 o 15 %.

Spojené státy v městských oblastech s novými regulačními požadavky budou mít v souladu s ustanoveními zákona o ochraně ovzduší další snižování emisí. V městské oblasti

Los Angeles byly tyto opatření na ochranu ovzduší v posledních dvaceti letech úspěšné. Ke zlepšení kvality ovzduší došlo také v Kanadě a státech západní Evropy. Díky zdokonalování technologií a se zaváděním zlepšeného systému regulačních norem. [3]

Ve vyspělých zemích je zlepšení kvality ovzduší věnována mimořádná pozornost, a to za významné podpory Organizace spojených národů (OSN) a Evropské unie (EU). V oblasti ochrany ovzduší je Evropa nejaktivnější v uplynulých letech. EU pracuje na zlepšení kvality ovzduší. Zákony a směrnice omezuje emisní škodlivé látky vypouštěné do ovzduší a zlepšuje pohonné hmoty, čímž dochází ke zlepšení ochrany životního prostředí v odvětví dopravy a průmyslu.

V oblasti průmyslového znečišťování ovzduší bývá přímý vliv snížení emisí na lokální úrovni často velmi mírný. Strukturálního snižování emisí ve větším měřítku je dosahováno pomocí stanovení národních emisních stropů.

Evropská legislativa se řídí hlavní směrnicí, kterou je směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduším pro Evropu, ze dne 21. května 2008.

Cílem této směrnice je:

- stanovit cíle týkající se kvality ovzduší na snížení škodlivých účinků na životní prostředí a lidské zdraví,
- shromáždit informace o kvalitě ovzduší a sdělit je veřejnosti,
- zachovat kvalitu ovzduší, pokud je dobrá, a zlepšit ji, pokud taková není,
- účelem omezení znečišťování ovzduší spolupracovat s členskými zeměmi,
- v členských zemích vyhodnotit kvalitu ovzduší na základě metod. [35]

Na základě šestého akčního plánu pro ŽP, který vychází z výše uvedené směrnice, byl vytvořen program Clean Air for Europe (CAFE) jako odezva na naléhavé problémy společnosti.

CAFE je evropský program, který popisuje problém znečištění ovzduší a stanovuje nové průběžné cíle pro snížení dopadů na zdraví a životní prostředí do roku 2030. Jedním z cílů je stanovení snížení prachových částic  $PM_{2,5}$ , ale kde se nemění už daný limit. V problémových oblastech členských států je více volnosti v plnění některých limitů.

Například u  $PM_{10}$  plnění limitů může být odložena o tři roky. Pro limity  $NO_2$  a BNZ může být tato lhůta prodloužena až na pět let. Prostřednictvím monitorování a modelování v městských aglomeracích program CAFE pravidelně hodnotí kvalitu ovzduší a vyžadují se další programy na zlepšení kvality ovzduší. [7]

### Srovnání právních předpisů Evropy a České republiky

Tab.1: Seznam právních předpisů Evropy a ČR [19]

Evropa	Česká republika
rámcová směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu.	rámcová směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu.
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/81/ES o národních emisních stopech pro některé látky znečišťující ovzduší	zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech.
Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009 ze dne 16. září 2009 o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu	Prováděcím právním předpisem k zákonu č. 73/2012 Sb. je vyhláška č. 257/2012 Sb., o předcházení emisím látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů.
Rozhodnutí Rady 81/462/EHS ze dne 11. června 1981 o uzavření Úmluvy o znečištění ovzduší přesahujícím hranice států.	Zákon 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů
Rozhodnutí Rady 2006/507/ES ze dne 14. října 2004 o uzavření Stockholmské úmluvy o perzistentních organických znečišťujících látkách jménem Evropského společenství	145/2008 Sb., Nařízení vlády č. 45/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění)	76/2002 Sb., Zákon o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)
směrnici 2001/80/ES o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší z velkých spalovacích zařízení.	201/2012 Sb., Zákon o ochraně ovzduší
Směrnice 2001/80/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. Října 2001 o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší	

Základem pro stanovení limitu právních předpisů a směrnic jsou databáze o naměřených hodnotách znečišťujících látek. Databáze **AirBase** je veřejný databázový systém o kvalitě ovzduší. Obsahuje údaje o monitorování kvality ovzduší, které předložili zúčastněné země v celé Evropě.

Databáze geograficky pokrývá všechny země z Evropské Unie, členské státy EHP a některé EHP potenciálních kandidátských zemí. Všechny členské státy v EU jsou povinné podávat informace v rámci rozhodnutí Rady 97/101/ES, kterým se zavádí výměna informací a údajů z jednotlivých měřicích stanic kvality ovzduší. Toto rozhodnutí bylo přijato v roce 1997 na zasedání Evropské rady. AirBase obsahuje údaje o 35 evropských zemích, 140 znečišťujících látek, 6000 stanic a 25 000 hodinových a denních údajů. [10]

Z uveřejněných mapových podkladů v rámci databáze AirBase vyplývá, že hustota sítě měřicích stanic u každého členského státu je různá. Kromě map zde najdeme i tabulky s počtem měřicích stanic v členských státech a znečišťující látky, na které je databáze zaměřena, Airbase rozděluje oblasti měřicích stanic na dopravní, městskou, průmyslovou a regionální. Zaměřili jsme se na celkový počet stanic v České republice, jak lze vidět v tabulce níže.

Tab. 2: Počet měřicích stanic v ČR z databáze AirBase [28]

	2005	2006	2007	2008	2009
<b>SO<sub>2</sub></b>	89	89	89	88	74
<b>NO<sub>2</sub></b>	91	92	92	92	89
<b>PM<sub>10</sub></b>	120	89	118	121	124
<b>BNZ</b>	26	26	27	26	29
<b>CO</b>	32	32	32	34	29
<b>O<sub>3</sub></b>	61	60	60	60	60

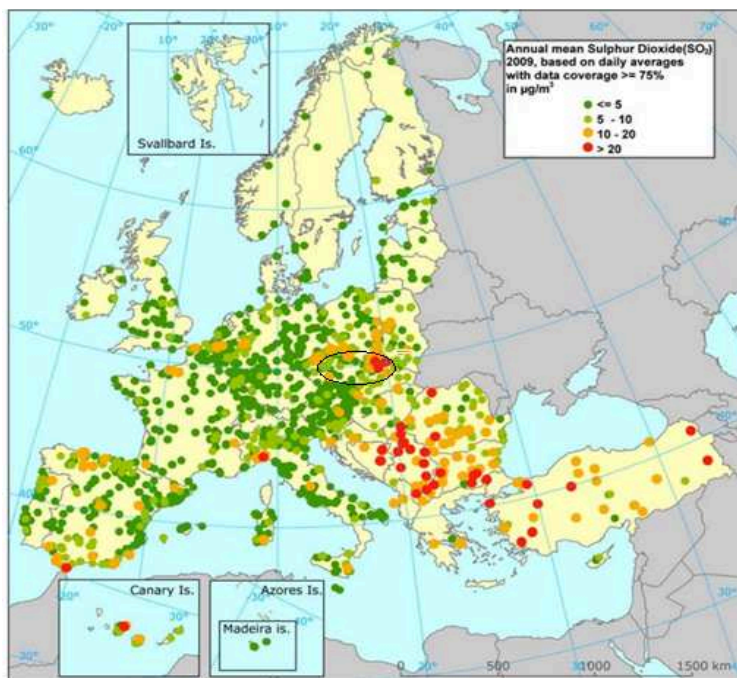
Z tabulky je zřejmé, že u znečišťující látky SO<sub>2</sub> došlo v roce 2008 k poklesu měřicích stanic z důvodu poklesu této znečišťující látky. U NO<sub>2</sub> lze vidět nárůst počtu měřicích stanic, ale v roce 2009 dochází k mírnému úbytku počtu stanic. U znečišťující látky PM<sub>10</sub> od roku 2006 rapidně vzrostl počet měřicích stanic, z důvodu čím dál většího

výskytu této látky. Z tabulky je patrné, že v roce 2009 došlo k malému úbytku měřících stanic látky CO.

Mezi státy s největším počtem měřících stanic u zmiňovaných látek patří především Itálie, Německo, Francie a Španělsko. Tyto státy se řadí mezi vyspělé státy s velkou průmyslovou aglomerací. Oproti tomu státy jako Malta, Kypr a Dánsko mají malý počet měřících stanic díky jejich poloze, malému rozložení, a tudíž i menšímu průmyslovému znečištění. Česká republika při své rozloze má celkem vysoký počet měřících stanic, a to z důvodu velké průmyslové výroby zejména v Moravskoslezském kraji. *Tabulku se státy a jejich počty měřících stanic nalezneme v příloze č. 1.* Státy s největším počtem stanic jsou v tabulce vyznačeny.

Údaje, které poskytlo celkem 38 zemí, včetně 27 členských států Evropy za rok 2009 o kvalitě ovzduší, byly databázi Airbase zaznamenány do map, které najdete na *obrázku č. 1*. Jsou zde zahrnuty znečišťující látky SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, BNZ, O<sub>3</sub>.

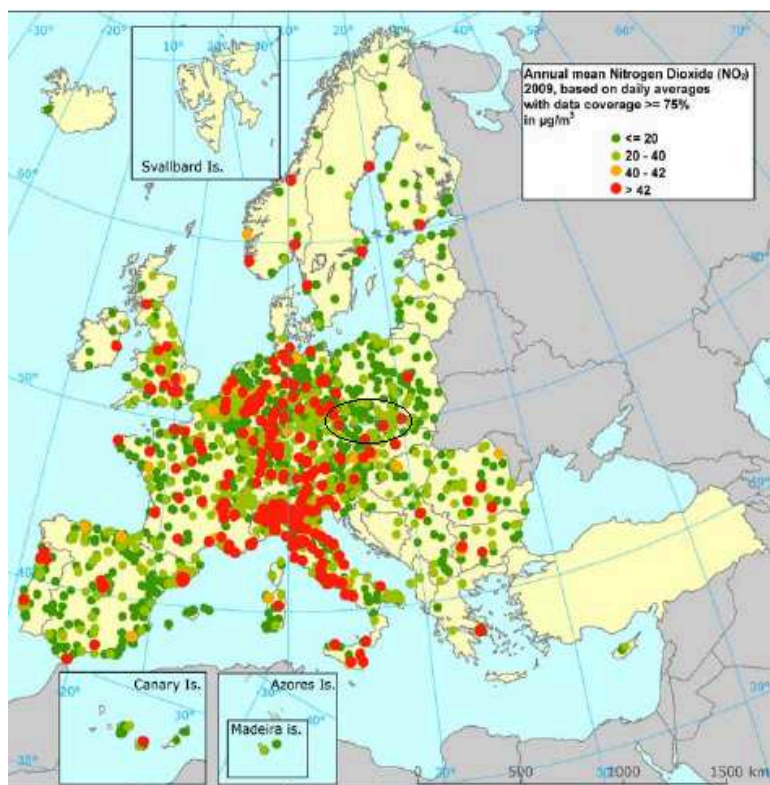
Z map z databáze je zřejmé, že největší koncentrace znečišťující látky SO<sub>2</sub> se pozorují na území západního Balkánu a Turecka, kde byla překročena hodnota imisního limitu 20 µg.m<sup>-3</sup>. V ostatních evropských zemích je koncentrace látky SO<sub>2</sub> v trvalém poklesu.



Obrázek 1: Koncentrace látky SO<sub>2</sub> z databáze Airbase [30]

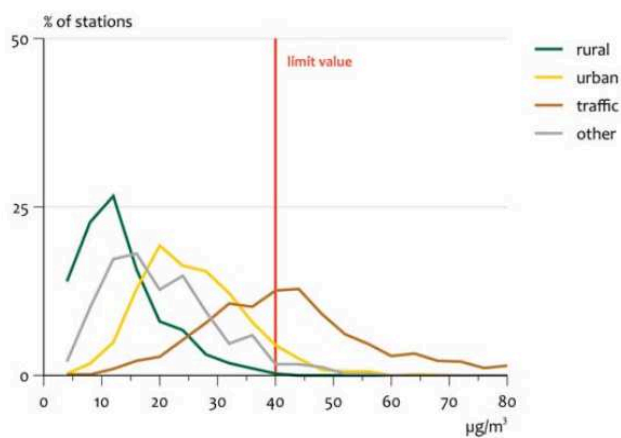


Databáze v roce 2009 zaznamenala zvýšenou koncentraci  $\text{NO}_2$  téměř ve všech zemích, kde byla hodnota imisní limitu  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  překročena na hodnotu  $42 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jak je vidět u grafu č. 1 viz níže, koncentrace této znečišťující látky je převážně pozorována na dopravních stanicích, vlivem rostoucího počtu dieslových automobilů, který vede k zvýšení emisí  $\text{NO}_2$ .



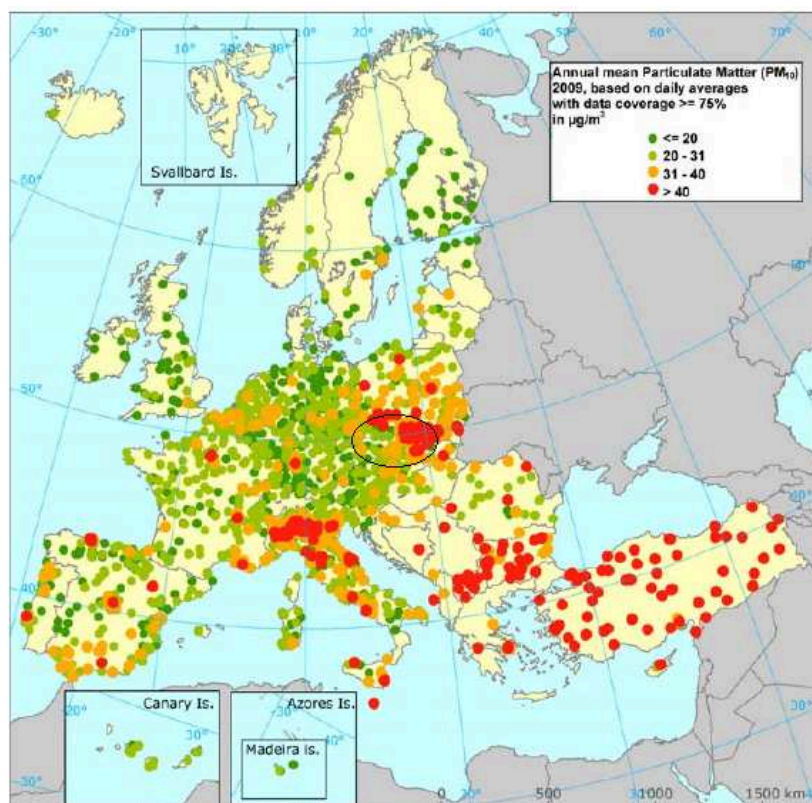
Obrázek 2 Koncentrace  $\text{NO}_2$  z databáze Airbase [30]

$\text{NO}_2$  Annual mean, limit value =  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



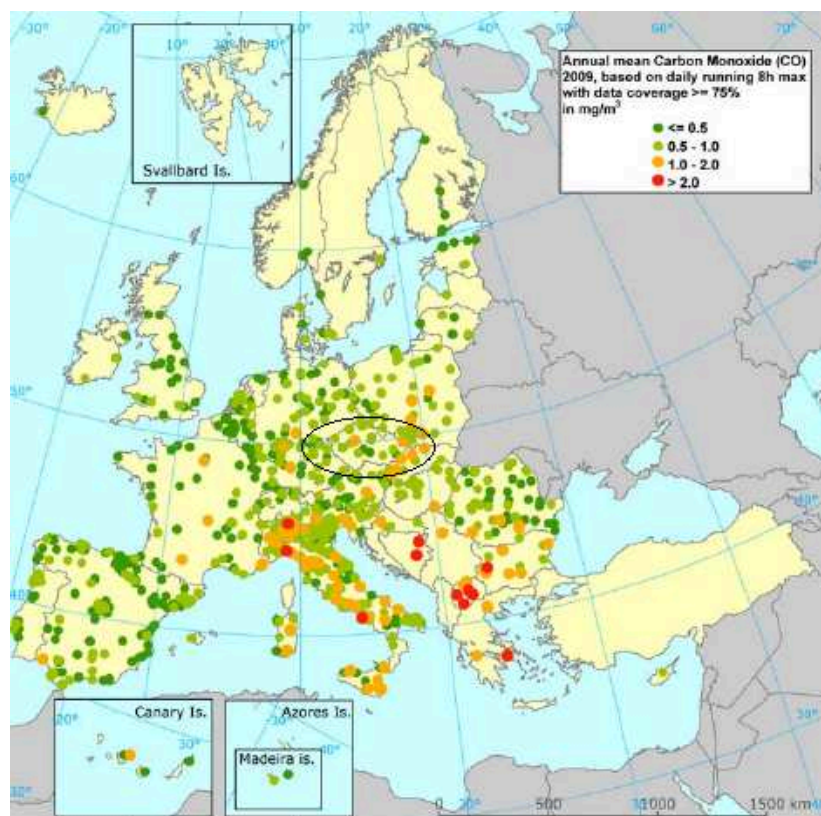
Graf č. 1: Roční průměr imisního limitu pro  $\text{NO}_2$  [30]

Z mapy je zřejmé, že znečišťující látka  $PM_{10}$  byla překročena zejména v Itálii, Polsku, České republice a Turecku. Denní imisní limit  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  nesmí být překročen 35krát za rok. Tento denní imisní limit (žlutě označen), byl překročen na většině území Evropy např. ve Francii, Lotyšsku a Švédsku.

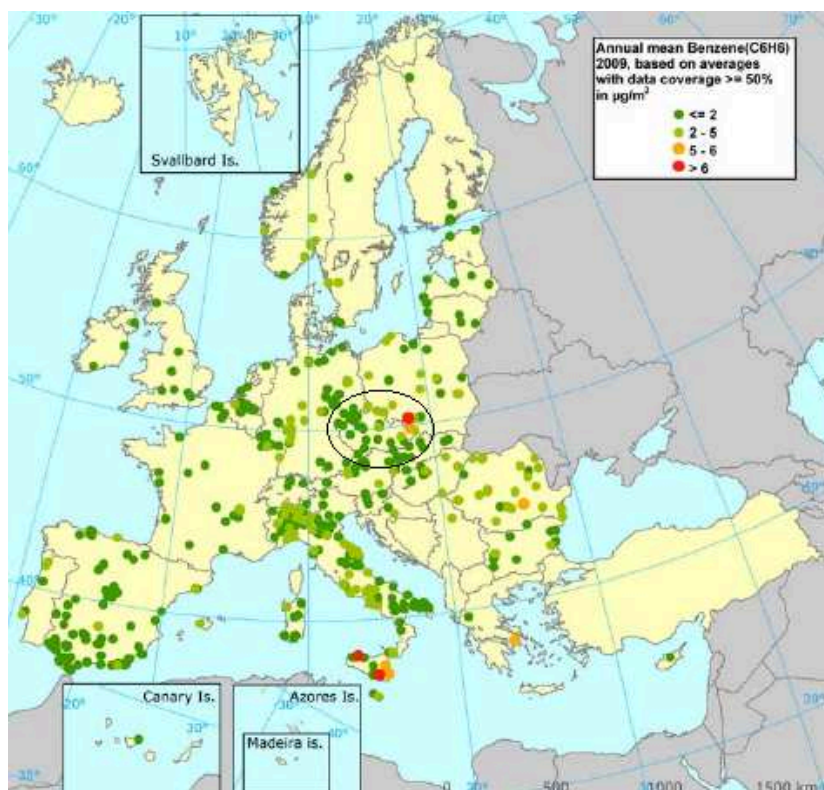


Obrázek 3 Koncentrace  $PM_{10}$  z databáze Airbase [30]

U znečišťující látky CO pro ochranu zdraví je stanoven jen 8 maximální hodinový klouzavý imisní průměr hodnoty  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , z tohoto průměru je spočítán roční průměr. Z grafu je vidět, že CO překračuje imisní limit na stanicích umístěných na území Bulharska, Itálie, Bosně a Hercegovině.



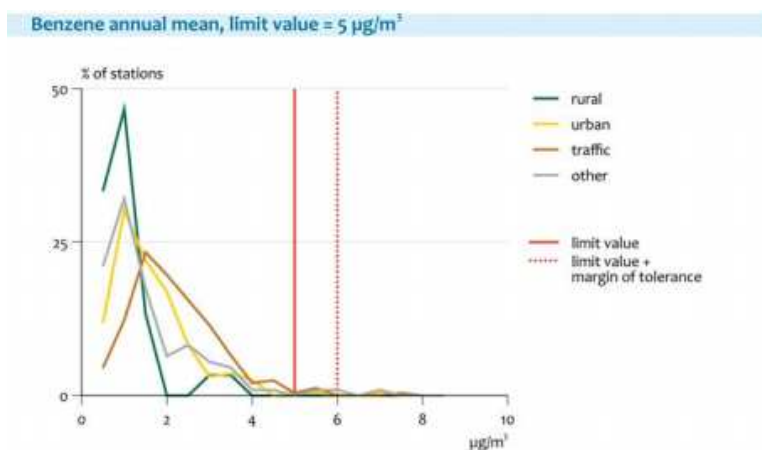
Obrázek 4 Koncentrace CO z databáze Airbase [30]



Obrázek 5 Koncentrace BNZ z databáze Airbase [30]

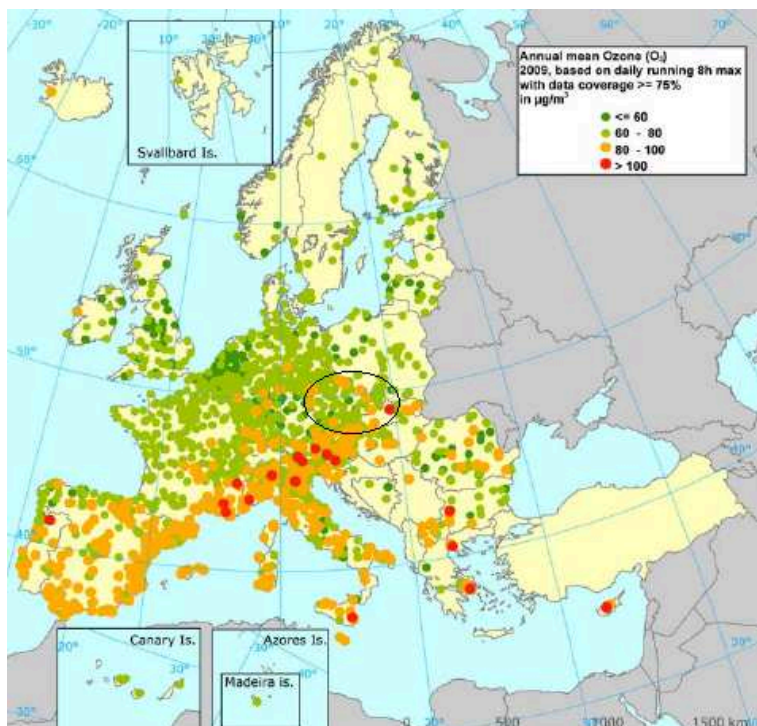


U látky BNZ je koncentrace na mnohá území Evropy pod dolní mez. Z mapy je viditelné překročení imisního limitu, který má hodnotu  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  na území Polska a Itálie. Překročení hodnoty více jak  $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  je v České republice, Rumunsku, Itálii a Řecku. Z grafu č. 2 je vidět překročení imisního limitu převážně z dopravy a průmyslu.



Graf č. 2 Roční průměr imisního limitu pro BNZ [30]

Znečišťující látka  $\text{O}_3$  má stanovený maximální 8 hodinový klouzavý imisní průměr, který má hodnotu  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  tato hodnota nesmí překročit více jak 25 dní v roce. Z map jde vyčíst, že největší koncentrace  $\text{O}_3$  je převážně ve státech Francie, Itálie a Řecku.



Obrázek 6 Koncentrace  $\text{O}_3$  z databáze Airbase [30]

Celková kvalita ovzduší v Evropě vede k trvalému poklesu znečišťujících látek, jak lze vidět v mapách z databáze Airbase. A to díky zákonům, směrnicím a různých opatření, které vedou ke zlepšení kvality ovzduší.

Podle map z databáze je v Evropě nejvíce znečištěné ovzduší  $\text{NO}_2$ , které je způsobeno zvýšenou dopravní infrastrukturou. Kvalitu ovzduší také ovlivňuje znečišťující látka  $\text{PM}_{10}$ , která z hlediska ochrany lidského zdraví představuje hrozbu. Látky  $\text{SO}_2$ , BNZ,  $\text{CO}$  a  $\text{O}_3$  jsou v Evropě převážně stabilní a nedochází k pravidelnému překračování stanovených imisních limitů.

Česká republika, která je vyznačena v mapách ve srovnání s Evropou má na svou malou rozlohu mnoho průmyslových aglomerací a to převážně v Moravskoslezském kraji, které způsobují znečištění kvality ovzduší. Nejvíce ČR ovlivňují látky  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  a BNZ, kterým jsou věnována různá opatření.

## 2 LEGISLATIVA V OBLASTI KVALITY OVZDUŠÍ

Jako kvalitu vnějšího ovzduší označujeme úroveň znečištění ovzduší, která může díky svým účinkům ovlivňovat lidské zdraví, vegetaci, celé ekosystémy i materiály. Mezi hlavní příčiny znečištění ovzduší patří především vypouštění znečišťujících látek z různých zdrojů v důsledku lidské činnosti (např. doprava, spalování, průmyslová výroba a další). Znečišťující látky jsou po vypuštění ze zdroje přenášeny v atmosféře a mohou tak ovlivňovat kvalitu ovzduší jak v nejbližším okolí samotného zdroje znečištění, tak ve vzdálenějších oblastech. Kvalita ovzduší je zabezpečována především světovými úmluvami, protokoly, zákony a směrnicemi. [19]

### 2.1 Vídeňská úmluva

Vídeňská úmluva se zabývá ochranou ozónové vrstvy. Byla podepsána v rámci Programu OSN pro životní prostředí (UNEP) a vstoupila v platnost dne 22. září 1988. Česká a slovenská federativní republika (ČSFR) přistoupila k úmluvě v r. 1990, která je závazně platná od 1. ledna 1991.

Státy se prostřednictvím Vídeňské úmluvy zavázaly k ochraně ozónové vrstvy a ke vzájemné spolupráci v oblastech vědeckého výzkumu a výměny informací. Hlavním cílem úmluvy je zajistit pokrok v porozumění atmosférickým jevům a v některých znalostech technického a ekonomického charakteru. Tato úmluva definovala především právní pravidla, která jsou závazná pro tvorbu budoucích protokolů. [1]

### 2.2 Montrealský protokol

Jedná se o prováděcí dokument Vídeňské úmluvy. Protokol byl podepsán v roce 1987 v Montrealu. Hlavním cílem toho protokolu je nalezení způsobu, jak omezit produkci, případně úplný zákaz látek poškozujících ozonovou vrstvu. Prokazatelně na ozon působí 96 sloučenin. Mezi ně převážně patří freony. S protokolem souhlasilo a připojilo se celkem 187 států a dle veřejných prvních výsledků se tato snaha vyplnila a došlo ke zdárnému snížení znečišťujících látek. Výzkumy prokázaly, že v současné době je možno sledovat změny v úbytku ozónové vrstvy. Vídeňská úmluva společně s Montrealským protokolem se staly významným mezníkem v boji proti zvětšování ozónové díry. [21]

## 2.3 Ženevská úmluva

Ženevská úmluva se zabývá omezením, předcházením a postupným snižováním emisí látek znečišťujících ovzduší přesahující hranice státu. Tato úmluva byla podepsána v Ženevě v rámci Evropské hospodářské komise OSN pro Evropu v roce 1979. V platnost vstoupila v roce 1983.

Znečištění ovzduší přesahující hranice státu neboli přes-hraniční znečištění ovzduší je definován jako přímé a nepřímé vypouštění emisí do ovzduší. [2]

## 2.4 Stockholmská úmluva

Cílem Stockholmské úmluvy je omezení znečištění perzistentních organických znečišťujících látek (POP). POP jsou chemické látky toxického původu. Jsou velmi škodlivé pro životní prostředí a lidské zdraví. Tyto látky se nejčastěji přenášejí vzduchem a vodou daleko od místa jejich vstupu do prostředí, kde se ukládají v ekosystémech.

Úmluva se zaměřuje na 12 nejhlavnějších POP. Patří sem aldrin, chlordan, dichlordifenyiltrichlorethan, dieldrin, endrin, heptachlor, mirex, toxaphen, polychlorované bifenylly, hexachlorbenzen, dioxiny a furany.

Úmluva byla přijata 150 státy, mimo jiné i členskými státy EU, a Radou jménem Evropské unie na konferenci. Konference se konala ve Stockholmu ve dnech 22. a 23. května 2001. V platnost vstoupila ve dne 17. května 2004. [3]

## 2.5 Legislativa v ČR v oblasti kvality ovzduší

Základní právní normou v České republice upravující způsob řízení a hodnocení kvality ovzduší se stal nový zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., který nabyl účinnosti dne 1. září 2012. Cílem tohoto zákona je co nejvíce snížit emise skleníkových plynů, které vznikají především z paliv v dopravě a dosáhnout dalšího snížení emisí znečišťujících látek, a tím docílit i celkové zlepšení kvality ovzduší. [11]

Podle tohoto zákona se vymezují území se zhoršenou kvalitou ovzduší jako zóny nebo aglomerace, na kterých došlo k mnohem většímu překročení imisního limitu pro jednu či více znečišťujících látek. Vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO) a případné změny provádí jedenkrát za rok Ministerstvo životního prostředí, tyto změny zveřejňuje ve Věstníku MŽP č.11/2005. [12]

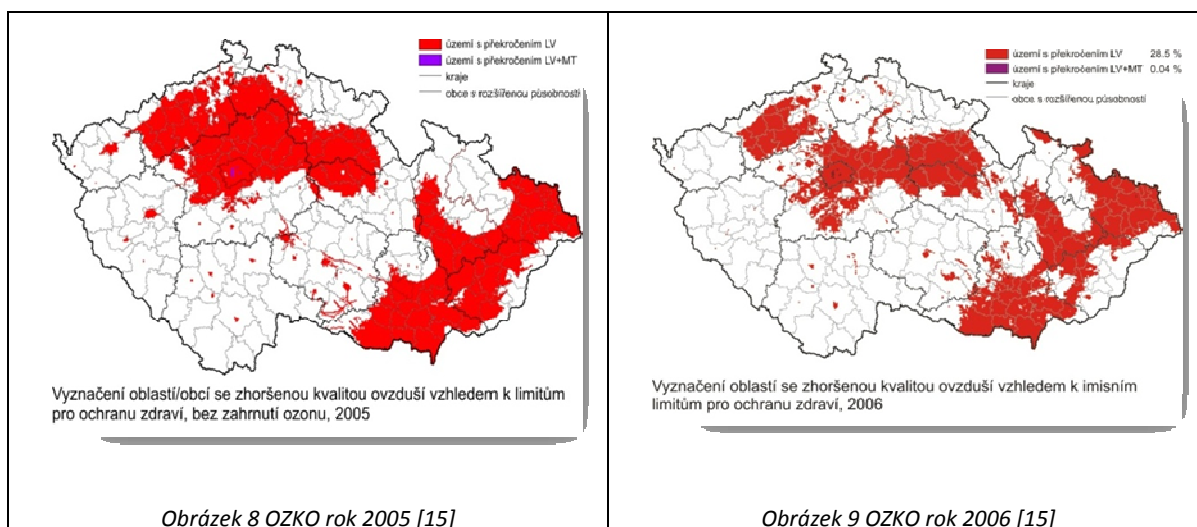
Podrobnosti posuzování a hodnocení kvality ovzduší pak dále specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, která je účinná ode dne 15. října 2012. Česká legislativa plně reflektuje požadavky legislativy ES. [20]

Vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

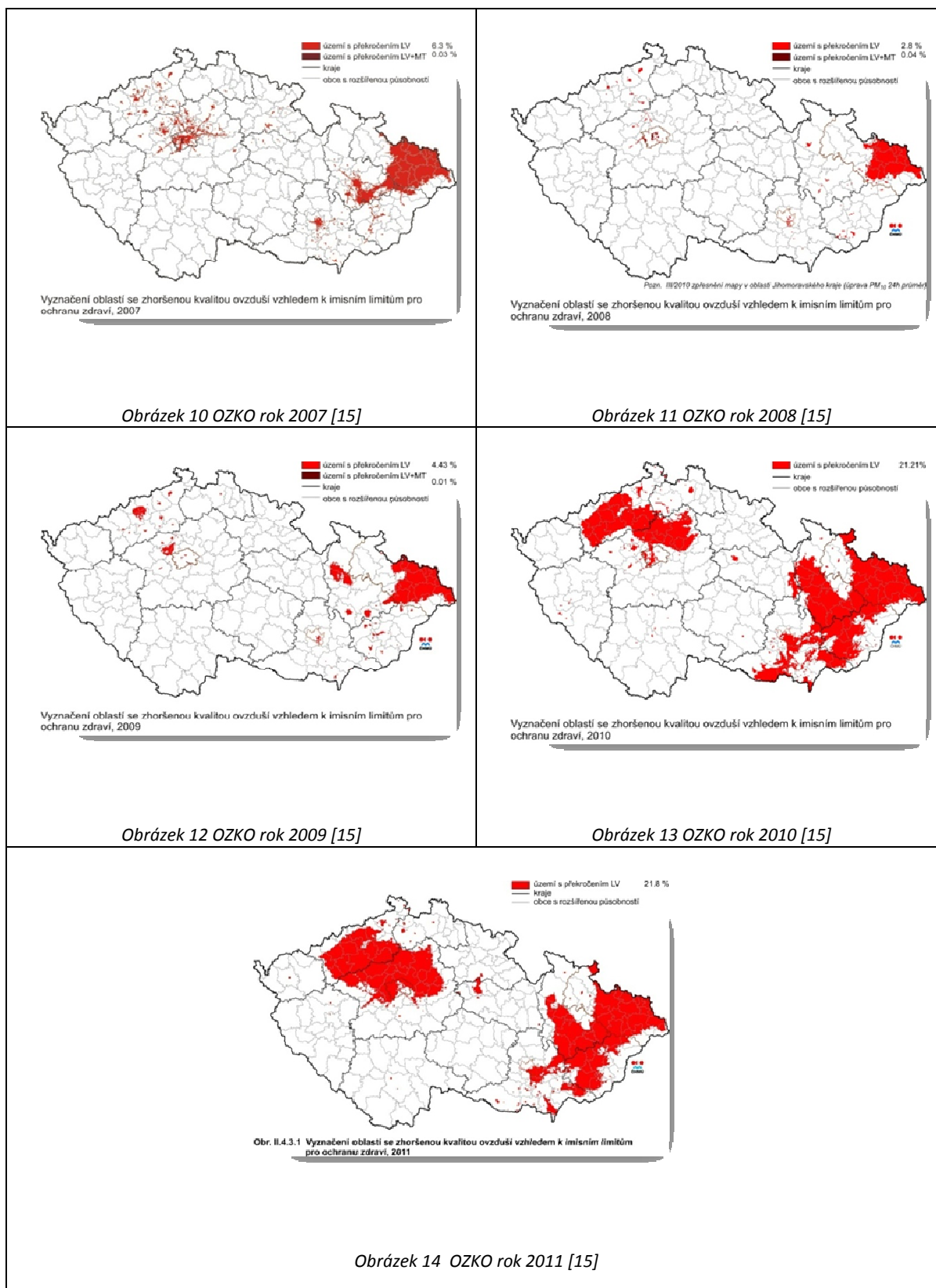
Tato vyhláška provádí podle emisního faktoru výpočet úrovně znečištění ovzduší. Vyhláška nabyla účinnosti 1. prosince 2012. [26]

## 2.6 Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší pro Moravskoslezský kraj ve srovnání s ČR

Při monitoringu kvality ovzduší České republiky se zjistilo, jakou úlohu hraje Moravskoslezský kraj v oblasti znečištění ovzduší. *Na níže uvedených mapách je srovnání ČR a Moravskoslezského kraje za období 2005 – 2011.* [15]







Zvýšený imisní limit je v Moravskoslezském kraji oproti celé České republice stále překračován. V roce 2005 došlo k překročení imisního limitu převážně pro znečišťující látku PM<sub>10</sub> po celém území České republiky a to i v aglomeracích, které byly doposud považovány z pohledu kvality ovzduší za spíše bezproblémové.

Od roku 2007 do roku 2009 se imise z hlediska pro ochranu zdraví rapidně zlepšily. Důvodem zlepšení kvality ovzduší v těchto letech je sestavení národního programu pro snižování emisí v České republice.

Je-li v zóně nebo aglomeraci překročen imisní limit mnohokrát než je stanovený počet překročení, sestavuje ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s krajským úřadem nebo s obecním úřadem pro danou aglomeraci nebo zónu program na zlepšování kvality ovzduší. [13]

Tento národní program pro snižování emisí v ČR, měl za cíl snížit zátěž životního prostředí znečišťujícími látkami, které poškozujícími vegetaci a ekosystémy. Vytvořit předpoklady pro regeneraci těchto postižených složek životního prostředí. Dalším cílem bylo snížení rizika pro lidské zdraví, které jsou důsledkem znečištění ovzduší a tím plnit:

- přispět ke snížení úrovně znečištění ovzduší PM<sub>10</sub> pod platné imisní limity,
- od určeného termínu (roku 2010) stanovené hodnoty národních emisních stropů pro oxid siřičitý, oxidy dusíku, těkavé organické látky a amoniak,
- přispět ke snížení úrovně znečištění ovzduší benzo(a)pyrenem pod platný cílový imisní limit. [23]

Mezi další projekty patří střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší ČR. Úkolem tohoto projektu je vytvoření střednědobého dokumentu ke zlepšení ovzduší. Cílem strategického projektu je snížení znečišťování a znečištění ovzduší s ohledem na zdravotní stav lidí, stav poškození ekosystému jak v zónách a aglomeraci tak i na území celé ČR.

**Snížení imisní zátěže ze zdrojů v objektech nenapojených na centrální zdroj tepla (CZT),** (pořízení nízkoemisního spalovacího zdroje, jmenovitě tepelném výkonu do 5 MW, který splňuje hodnoty nejlepší emisní třídy a případné současné zlepšení energetických vlastností obálky budov).

**Snížení příspěvku k imisní zátěži obyvatel omezením emisí z energetických systémů včetně CZT** (výstavba nového centrálního zdroje tepla včetně nově budovaných rozvodů tepla a rozšiřování stávajících rozvodů za účelem připojení nových zákazníků náhradou spalovacích zdrojů ve stávajících objektech; rekonstrukce stávajících rozvodů; rekonstrukce centrálního zdroje tepla do 5 MW jmenovitého tepelného výkonu; rozšíření stávající středotlaké sítě při současném zajištění přechodu na spalování plyných paliv u jednotlivých zdrojů).

**Snížení imisní zátěže omezením prašnosti z plošných zdrojů** (výsadba a regenerace izolační zeleně oddělující obytnou zástavbu od průmyslových staveb či komerčních areálů nebo frekventovaných dopravních koridorů; pořízení strojů na úklid zpevněných cest nebo silničních komunikací za účelem snížení prašnosti; pořízení dalších technických zařízení ke snižování prašnosti z plošných zdrojů). [14]

## 2.7 Krajský integrovaný program

Krajský integrovaný program byl zpracován na základě vydáním nařízení Moravskoslezského kraje společností E-expert, spol. s r.o. ze dne 4. 3. 2009.

*Pro zlepšování kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji byly uplatňovány především tyto nástroje:*

- Operační program Životní prostředí (OPŽP),
- Program zelená úsporám,
- Operační program Doprava,
- Operační program Přes-hraniční spolupráce Česká republika – Polská republika.

### **OPŽP**

Umožňuje ČR čerpat finanční prostředky EU na ochranu a zlepšování kvality ŽP. Tento program vytvořilo MŽP a Státní fond ŽP ve spolupráci s Evropskou komisí. Hlavní částí zlepšování kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji je snižování emisí vypouštěné do ovzduší, při kterém je kladen důraz na využití nových šetrných způsobu výroby energie a udržení kvality ovzduší.

### **Program zelená úsporám**

Tento program je zaměřen na podporu instalací vytápěcích zdrojů a investic energetických úspor novostaveb a rekonstrukcí. Podporuje se zde zateplení bytových i rodinných domů, vytápění z neekologických zdrojů, které je nahrazováno nízkoemisními zdroji a také jejich instalace.

### **Operační program doprava (OPD)**

Tento program slouží pro rozvoj infrastruktury v ČR. OPD je financován dvěma evropskými zdroji:

- Fond soudržnosti (FS)
- Evropský fond pro regionální rozvoj (ERDF)

V programu OPD je možné žádat na výstavbu obchvatu ve městech a modernizaci silnic I. třídy, a jejich technické opatření. Cílem těchto opatření je vést k minimalizaci vlivu na ŽP.

### **Operační program Přes-hraniční spolupráce Česká republika – Polská republika**

Operační program spolupracuje v ČR s těmito kraji Královehradecký, Moravskoslezský, Liberecký, Olomoucký a Pardubický. V Polsku se jedná o kraje Bielsko-Bialského, Opolského, Jeleniogórsko-Wałbrzyského, Rybnicko-Jastrzębského. Operační program má z hlediska zlepšení kvality ovzduší prioritní osu, kterou je možno žádat o podporu na rozvoj dopravní infrastruktury jak z regionálního, tak z lokálního pohledu v pohraničí a jejich projekty na modernizaci. [27]

## **2.8 Opatření pro Moravskoslezský kraj**

Ke zlepšení kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji jsou dva strategické dokumenty pro zlepšení kvality ovzduší. Jedná se o Krajský program ke zlepšení kvality ovzduší Moravskoslezského kraje a o Krajský program snižování emisí Moravskoslezského kraje.

Cílem krajského programu ke zlepšení kvality ovzduší Moravskoslezského kraje je zajistit na celém území Moravskoslezského kraje kvalitu ovzduší, které splňují imisní limity a dodržet národní emisní stropy. V programu je podrobný popis kvality ovzduší v kraji, jejich znečišťovatelé a způsob sledování kvality ovzduší.

Krajský program na snižování emisí Moravskoslezského kraje má za cíl snižovat emise znečišťujících látek, u kterých byl překročen imisní limit a udržovat emise, které imisní limit nepřekračují. Mezi záměry na snižování emisí a zlepšování kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji patří rozvoj environmentálně příznivé infrastruktury, omezení prašnosti z plošných a liniových ploch, ekologizace dopravy, ekologizace konkrétních zdrojů znečišťování ovzduší, omezení automobilové dopravy, zvýšení plynulosti silniční dopravy, čištění povrchu komunikací včetně pořízení nesilniční techniky, omezování prašnosti v průmyslových areálech a jejich okolí, instalace environmentálně šetrnějších spalovacích kotlů v domácnostech, omezování oxidů dusíku ze stávajících významných zdrojů emisí, omezování emisí oxidu siřičitého, opatření proti prašnosti cílenou výsadbou izolační zeleně, dobrovolné dohody s provozovateli zdrojů, zpracování a zabezpečení krajského regulačního systému (SMOG systém) a monitorování kvality ovzduší v kraji. [27]

Ochrana ovzduší v oblasti legislativy se řídí různými úmluvami např. Vídeňskou, Stockholmskou nebo Ženevskou. Každá z těchto úmluv má jiný záměr v ochraně ovzduší. V české republice vznikl nový zákon na ochranu ovzduší a to zákon č. 201/2012 Sb., který nahradil zákon č.86/2002 Sb. Tento zákon nám rozděluje oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší na zóny a aglomerace, kde bývá překročena hodnota imisního limitu. Aby nedocházelo k takovému znečištění kvality ovzduší, a nebyly překračovány imisní limity, sestavují se pro tyto situace programy např. národní program, který má za úkol snižovat emise v ČR, dalším programem je střednědobá strategie, která také má za cíl snižování emisí např. výstavbou izolačních zeleně, zpevnění silnic, aby nedocházelo k prašnosti. Krajský integrovaný program se zaměřuje přímo na aglomeraci Moravskoslezského kraje, jsou zde obsaženy čtyři programy, které mají za cíl zlepšit kvalitu ovzduší tím snížit emise vypouštěné do ovzduší a udržet ty emise, které imisní limity nepřekračují.

K dodržování těchto právních předpisů a vytvořených strategií dochází k výraznému zlepšení kvality ovzduší.

### 3 MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ V ČR A VE SVĚTĚ

V Evropě se na monitoring sběru dat zaměřuje především informační systém **Euroairnet**. Tento systém je zprostředkovatelem pro sběr dat z monitorovacích stanic kvality ovzduší v Evropě. Jeho hlavním cílem je poskytnout společenství a členským státům přesné, spolehlivé, objektivní a srovnatelné informace o kvalitě ovzduší na evropské úrovni. Z posouzení výsledků má zajistit, aby veřejnost byla informována o stavu životního prostředí tedy i o kvalitě ovzduší. Na základě kritérií byla vytvořena síť s dostatečným prostorovým pokrytím a rozdělením oblastí měřicích stanic. [8]

*Rozdělení měřicích stanic je v následující tabulce podle rozhodnutí Rady 97/101/EC:*

*Tab.č .3 Rozdělení měřicích stanic podle kritérií EUROAIRNET [31]*

Typ oblasti	Typ lokality	Charakteristika oblasti
Městská	Dopravní	Obytná
Předměstská	Průmyslová	Průmyslová
Venkovská	Pozad'ová	Obchodní
		Přírodní
		Zemědělská
		Obytná/obchodní
		Obchodní/průmyslová
		Obytná/průmyslová
		Obytná/obchodní/průmyslová
		Přírodní/zemědělská

Při sledování vývoje stavu životního prostředí je důležité pravidelné monitorování jednotlivých složek životního prostředí (ŽP). Právě ovzduší patří k nejsledovanější složce ŽP.

Monitoring kvality ovzduší probíhá na měřicích stanicích, které jsou rozmístěny po celé České republice a každou hodinu jsou sledovány vybrané znečišťující látky. Sledují se především prahové imisní hodnoty, které jsou překročeny při smogových situacích a zhoršení kvality ovzduší ve vymezeném časovém intervalu. Toto sledování se nazývá tzv. imisní monitoring.

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) provádí imisní monitoring, který touto činností pověřilo Ministerstvo životního prostředí. ČHMÚ má za úkol sledovat průběh vývoje imisní situace. Zajišťuje tvorbu imisních map a je základním poskytovatelem dat. V rámci imisního monitoringu lze analyzovat v ovzduší nejrozličnější látky. Mezi imisní znečišťující látky patří -  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{NO}_x$ , BZN, benzo(a)pyren. [22]

*V této práci se zabývám především následujícími základními znečišťujícími látkami:*

**Oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ )** – Je nejvýraznější škodlivou látkou, která je obsažena v ovzduší hlavně z lidské činnosti, jakožto je spalování fosilních paliv, jak z průmyslových procesů, tak i domácích topenišť.  $\text{SO}_2$  představuje z těchto zdrojů 81% množství vypouštěného do ovzduší. Další zdroj znečištění je hutnický průmysl, kde se zpracovává sulfidické rudy. V průběhu smogových situací je  $\text{SO}_2$  hlavní příčinou vzrůstající morbidity (nemocnosti) tak i mortality (úmrtnosti). Povolený imisní limit je  $125 \mu\text{g.m}^{-3}/24 \text{ hod.}$  [25]

**Oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ )** – V ovzduší patří tato znečišťující látka k plynům, které způsobují kyselé deště. Přispívá k tvorbě přízemního ozonu a vzniku tzv. fotochemického smogu neboli letního smogu. Vzniká z motorových vozidel a z velkých spalovacích zdrojů. Povolený imisní limit je  $40 \mu\text{g.m}^{-3}/\text{rok.}$  [25]

**Oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ )** – Tato látka se podílí převážně na vzniku skleníkového efektu. Vzniká nedokonalým spalováním uhlíkatých materiálů a jako produkt v některých průmyslových a biologických procesech. Povolený imisní limit je  $10\,000 \mu\text{g.m}^{-3}/\text{maximální denní 8hod.}$  [25]

**Poletavý prach ( $\text{PM}_{10}$ )** – Jedná se o partikulární znečišťující látku, která se vznáší v ovzduší. Tato znečišťující látka má ve světě největší hrozbu, kterou představují

nejjemnější prachové částice o velikosti několik mikrometrů ( $\mu\text{m}$ ). Částice mají specifický označení podle velikosti například na  $\text{PM}_{2,5}$  – jedná se o poletavý prach velikosti  $2,5 \mu\text{m}$ , která se usazuje v průduškách.  $\text{PM}_{2,5}$  je ze zdravotního hlediska více nebezpečná než  $\text{PM}_{10}$ . Částice o velikosti  $\text{PM}_{10}$  se zachytávají na nosních chloupcích. Poletavý prach o velikosti menší než  $1 \mu\text{m}$  se dostávají až do plicních sklípků. Tato velikost poletavého prachu je nejzávažnější v oblasti ochrany zdraví. Vzniká lidskou činností převážně z tavení rud, při spalovacích procesech. Povolený imisní limit je pro  $\text{PM}_{10}$  -  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}/24 \text{ hod.}$   $\text{PM}_{2,5}$  -  $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}/\text{rok.}$  [4], [25]

**Benzen (BNZ)** – Tato znečišťující látka způsobuje karcinogenní účinky. Do prostředí se dostávají při výrobě energie, spalování odpadů, z dopravy, při krakování ropy, při výrobě hliníku, z metalurgických procesů, při výrobě asfaltu, cementu, koksu, z rafinerií, krematorií a požárů. Povolený imisní limit je  $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ . [5], [25]

**Ozón ( $\text{O}_3$ )** – Ničí v přízemní vrstvě vegetaci a některé druhy materiálu. Jeho výskyt koncentrace je zaznamenán v poledních a odpoledních hodinách ve velkých městech a v průmyslových aglomeracích. [4]

**Toulen (TLN)** – Tato látka patří mezi aromatické uhlovodíky. Je velice zdraví škodlivý, při jeho častém vdechování může vést k trvalému oslabení intelektu, až k demenci. Tato znečišťující látka je v ČR monitorovaná Státním zdravotním ústavem. [24]

Při imisním monitoringu se používají dva typy sběru dat z měřicích stanic. Prvním typem je **AIM = automatizovaný imisní monitoring**, který měří koncentrace znečišťujících látek  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{PM}_{10}$  probíhající přímo (on-line). Druhým typem měření je **MIM = manuální imisní monitoring**, měření koncentrací probíhá na základě tzv. imisní vyhlášky 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění. Ve vyhlášce je uvedeno umístění a počty měřicích stanic podle znečištění zón a aglomerací. Měření probíhá v laboratořích ČHMÚ. [22]

### 3.1 Metody měřicích stanic

Znečišťující látka  $\text{SO}_2$  se podle normy (835712) ČSN ISO 4221 měří spektrofotometrickou metodou, která nabyla účinnosti v roce 1994. Tato metoda spočívá v zachycení oxidu siřičitého do roztoku tetrachlorortuťnatanu sodného s přísadkou Chelatonu III. Takto vzniklá sloučenina v kyselém prostředí dává červenofialové zbarvení.



Toto zbarvení se měří spektrofotometricky při 586 nm. Další metoda, kterou se měří  $\text{SO}_2$  podle normy (835723) ČSN EN 14625 je ultrafialová fluorescenční metoda. Metoda spočívá v ozařování odebraného vzorku UV-lampou, kde dochází k energetické excitaci molekuly  $\text{SO}_2$ , kde dochází k uvolnění fluorescenčního záření.

Norma (835721) ČSN EN 14211 udává metodu chemiluminiscenci na měření  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_x$  a  $\text{NO}_2$ . Tato metoda je založena na excitaci molekul dusíku ozónem. Při zpětném přechodu z molekuly do energetického stavu se uvolňuje chemiluminiscenční záření. Chemiluminiscence nabyla účinnost v roce 2005.

Metoda IR-korelační absorpční spektrometrie se používá při měření koncentrace znečišťující látky  $\text{CO}$ . Metoda je založena na infračerveném záření, které má dvě paralelní kyvety. Jedna z kyvet obsahuje atmosféru a druhá analyzovaný vzorek ovzduší. Rozdíl mezi intenzitou záření je úměrný koncentraci oxidu uhelnatého.

Znečišťující látka  $\text{SPM}$ , která obsahují kovy a sírany se měří metodou RTG-fluorescence. Metoda je na základě ozařování vzorku rtg-paprsky, který je odebrán na teflonový filtr.

Koncentrace znečišťující látky  $\text{PM}_{10}$  se měří podle radiometrické metody. Tato metoda je zaměřena na absorpci beta záření ve vzorku, který je zachycen na filtrační materiál. Údaj o koncentraci se odvozuje z rozdílu absorpce beta záření mezi exponovaným a neexponovaným filtračním materiálem.

Gravimetrická metoda podle normy (835613) ČSN EN 14907 měří koncentraci  $\text{PM}_{2,5}$  částic. Metoda spočívá v zachycení těchto znečišťujících látek na filtrační materiál. Při zjištění rozdílu hmotnosti se stanoví hmotnost před a po expozici. Ozón se měří metodou UV-absorpce. Tato metoda o vlnové délce 254 nm absorbuje záření ozonem přítomným v analyzovaném vzorku. Střídavě se měří nulový – čistý vzduch a vlastní vzorek v kyvetách, vše pod UV lampou. [33]

### **3.2 Informační systémy pro monitorování kvality ovzduší**

Pro Českou republiku byl vybudován v roce 1992 **imisi informační systém (IIS)**, později byl integrován do databázového systému ISKO.

Informační systém kvality ovzduší (ISKO) sbírá data, která jsou naměřena na monitorovacích stanicích ČHMÚ. Tyto data se dále archivují a následně zpracovávají naměřené koncentrace znečišťujících látek v ovzduší. Hlavními vstupy jsou tabelární a grafické ročenky. Tabelární ročenka obsahuje publikované údaje o stavu znečištění ovzduší oxidem dusíku, oxidem siřičitým, prachovými částicemi, ozónem a dalšími sledovanými látkami, které znečišťují ovzduší. Oproti tabelární ročence obsahuje grafická ročenka celo-územní hodnocení stavu, vývoje imisi, emisí a depoziční stav v České republice. Ročenka je v grafické podobě, obsahuje mapy zdrojů znečištění, sídelní jednotky, rozsah lokalizace a lesních porostů a vedení komunikací.

ISKO zpracovává podklady o stavu životního prostředí pro Ministerstvo životního prostředí (MŽP) a další materiály týkající se stavu ovzduší v České republice. Zpracovává informace pro evropskou komisi podle příslušných směrnic EU. Do databáze AirBase předává ISKO naměřené a zpracované imisní data za Českou republiku. [9]

Měřicí stanice v databázi ISKO jsou rozděleny podle krajů a konkrétních měst. V tabulce, kterou lze vidět níže jsou uvedeny měřicí stanice pro město Ostravu.

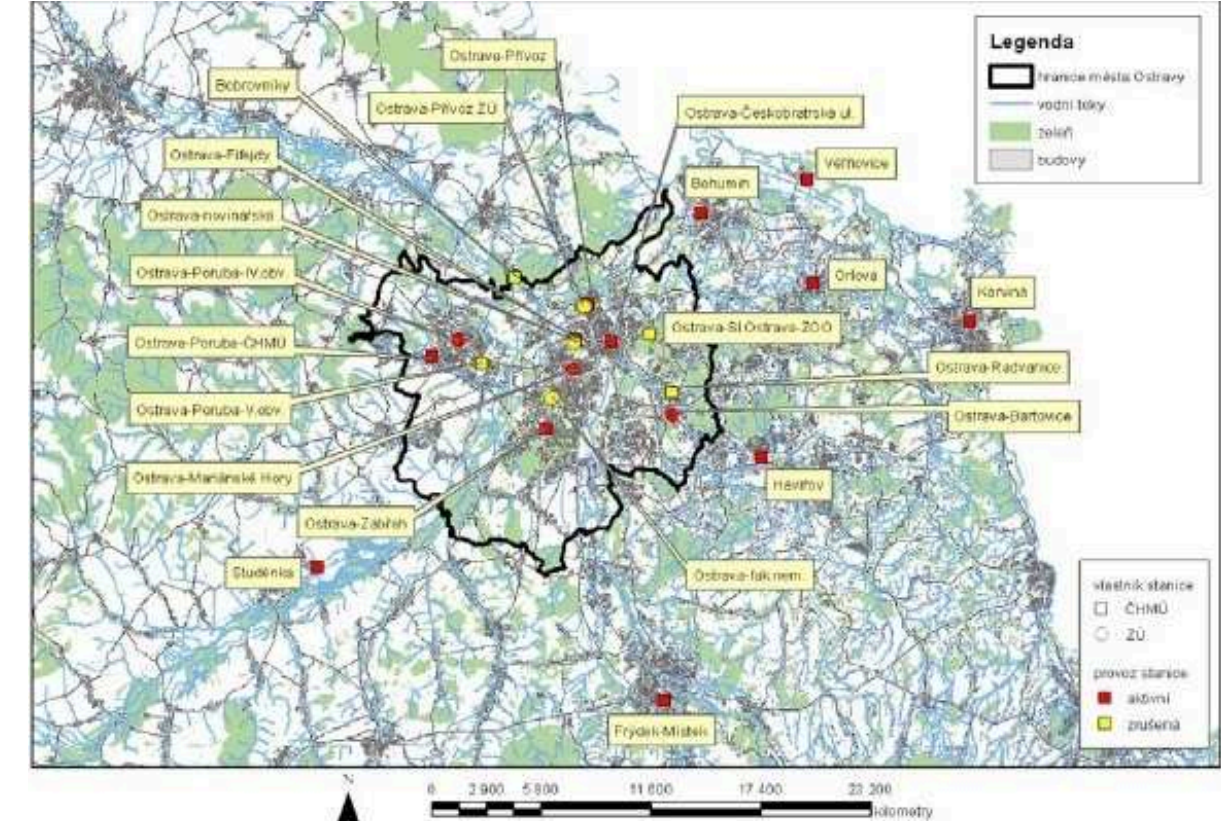
### Seznam měřících stanic v rámci Ostravy

Tab.č.4 Seznam měřících stanic a jejich metody měření znečišťujících látek [32]

Stanice	měřená látka	Metoda
Ostrava	SPM	Gravimetrie
Ostrava – NH	SPM	Gravimetrie
Ostrava – Poruba IV.	SPM	Gravimetrie
Ostrava – Slezská Ostrava / ZOO	SO <sub>2</sub> , SPM	Gravimetrie, Spektrofotometrie, RTG-fluorescence
Ostrava – Fifejdy	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , BZN, TLN	UV- fluorescence, Chemiluminiscence, IR- korel. absorpční spektrometrie, UV- absorpce, Radiometrie

Ostrava – Novinářská		
Ostrava – Poruba/ČHMÚ	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , BNZ	Spektrofotometrie, Gravimetrie, RTG-fluorescence
Ostrava – Zábřeh	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>	UV- fluorescence, Chemiluminiscence, IR- korel.absorpční spektrometrie, Radiometrie
Ostrava – Fakultní nemocnice	SPM	Gravimetrie
Ostrava – Poruba/V.Obvod	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub>	UV-fluorescence, Chemiluminiscence, Radiometrie
Ostrava – Radvanice	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> ,BNZ	UV-fluorescence, Chemiluminiscence, Radiometrie, Optoelektronická metoda, UV- absorpce
Ostrava - Českobratrská	NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, BZN, TLN	Plynová chromatografie s fotoionizační detekcí, Chemiluminiscence, IR-korel. absorpční spektrometrie
Ostrava – Přívoz	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , BZN, TLN	UV-fluorescence, Chemiluminiscence, Radiometrie, IR-korel. Absorpční spektrometrie, Plynová chromatografie s fotoionizační detekcí,
Ostrava – Mariánské hory	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> ,	UV-absorpce, UV-fluorescence, Chemiluminiscence, Radiometrie

Na území města Ostravy je provozováno celkem 14 měřících stanic. Tyto stanice se zaměřují především na průmysl a dopravu. Jedná se zejména o látky SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, CO, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, BZN, TLN. Z tabulky lze vyčíst, jakou metodu tyto měřící stanice používají.

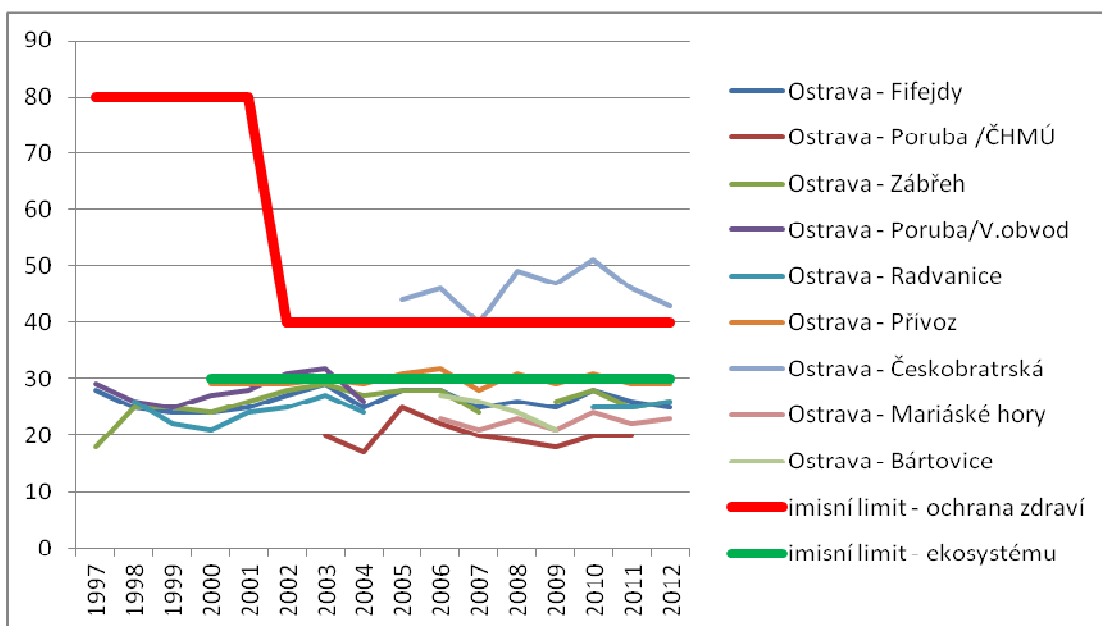


## 4 VÝVOJ KVALITY OVZDUŠÍ VE MĚSTĚ OSTRAVA

Pro zjištění vývoje kvality ovzduší v městě Ostrava byly podkladem naměřené roční a měsíční hodnoty z ČHMÚ. Tyto data byla pro každou znečišťující látku zpracována do grafu v období 16 let. Měří se na 14 stanicích, které jsou v souladu s EU.

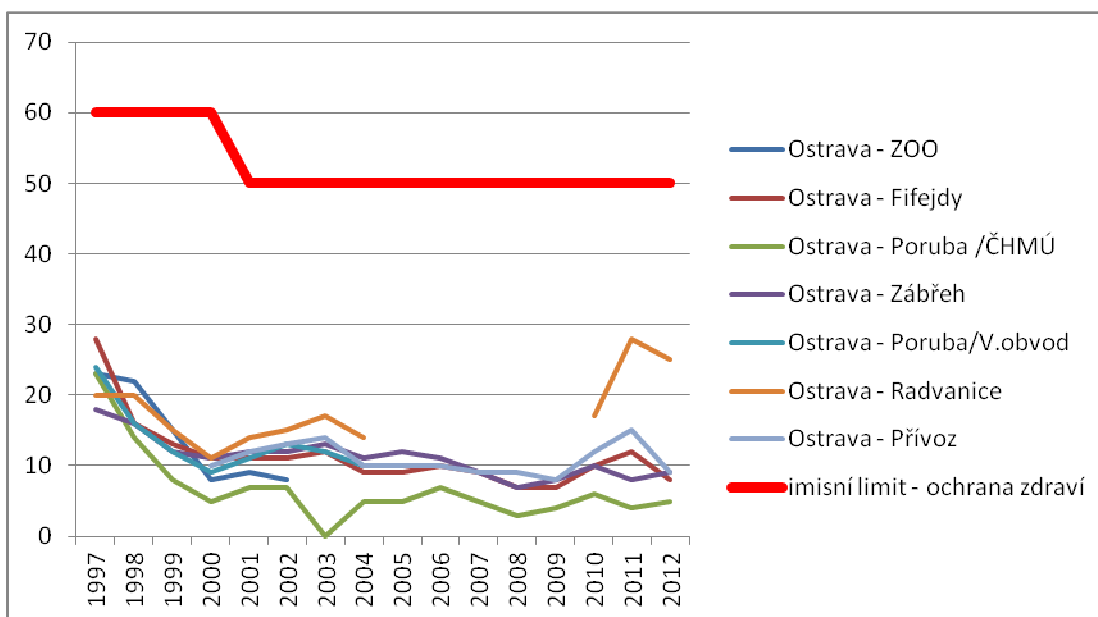
Grafy s měsíčními hodnotami jsou uvedeny v příloze č. 2. U každé znečišťující látky jsou vytvořeny dva grafy a to z toho důvodu, že naměřená data do roku 2000 se modelovaly měsíčně, kdežto od roku 2001 do roku 2012 se modelovala čtvrtletně.

Znečišťující látka  $\text{NO}_2$ , se měří na 9 stanicích města Ostravy. Pro znečišťující látku  $\text{NO}_2$  byly nastaveny dva limity. První imisní limit pro ochranu zdraví měl hodnotu  $80 \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-3}$  v letech 1997 – 2001 a od roku 2002 do roku 2012 se imisní limit snížil na hodnotu  $40 \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-3}$ . Druhý imisní limit je pro ochranu ekosystému, který je od roku 2000 nastavený na hodnotu  $30 \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-3}$ . Z grafu je viditelné překročení imisního limitu pro ochranu zdraví na stanici Ostrava – Českobratrská. Tato stanice je vysoce zatížena dopravou, která je hlavním činitelem tohoto zhoršeného stavu ovzduší.  $\text{NO}_2$  má nepříznivé účinky na zdraví populace, při vdechování vysokých koncentrací plynů může vést až k smrti člověka. Překročení imisního limitu  $\text{NO}_2$  v rámci ekosystému působí na rostliny negativně, s oxidy síry způsobuje kyselé deště a tím poškozují půdu a rostliny. Toto překročení imisního limitu vidíme na stanici Ostrava – Přívoz v roce 2005 – 2006.



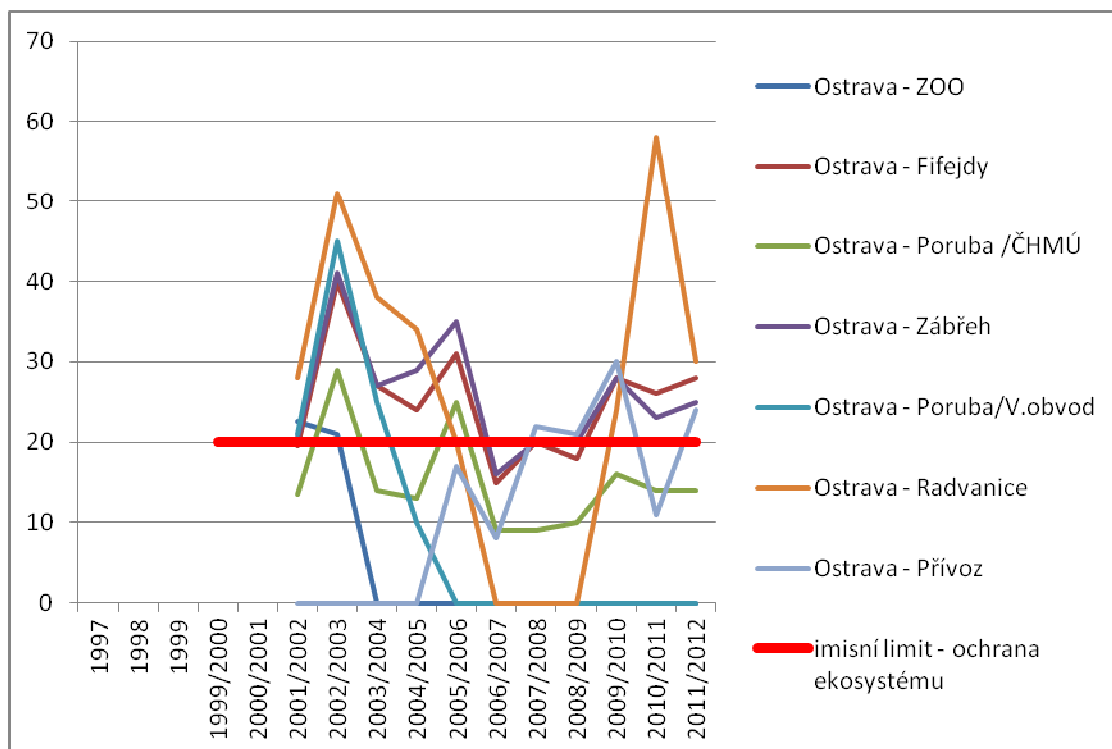
Graf č. 3  $\text{NO}_2$  imisní limit pro ochranu zdraví a ekosystém [34]

Koncentrace  $\text{SO}_2$  byly naměřeny na 7 stanicích. Z grafu č. 4 je zřejmé, že tento limit nebyl překročen na žádné z měřících stanice ČHMÚ, a to ani po snížení tohoto limitu, které proběhlo v roce 2010 (jeho hodnota klesla na  $50 \mu\text{m}.\text{m}^{-3}$ ). Na několika stanicích bylo ve sledovaném období měření přerušeno (např. na stanici Ostravě – Radvanicích) nebo zcela ukončeno (např. na stanici Ostrava – ZOO), z vývoje a průběhu měření však můžeme předpokládat, že ani v „neměřeném“ období nedošlo k překročení emisních limitů této znečišťující látky.



Graf č. 4  $\text{SO}_2$  imisní limit pro ochranu zdraví [34]

Z grafu č. 5 pro ochranu ekosystému lze vyčíst, že nejvíce překročený imisní limit zaznamenali na měřící stanici v Ostravě – Radvanicích, kdy stanovený limit  $20 \mu\text{m}.\text{m}^{-3}$  má pro všechny roky stejnou hodnotu. Tento limit byl překročen až na hodnotu  $60 \mu\text{m}.\text{m}^{-3}$ . Na dvou stanicích Ostrava – Poruba/V. obvod a Ostrava – ZOO došlo k úplnému přerušení měření.



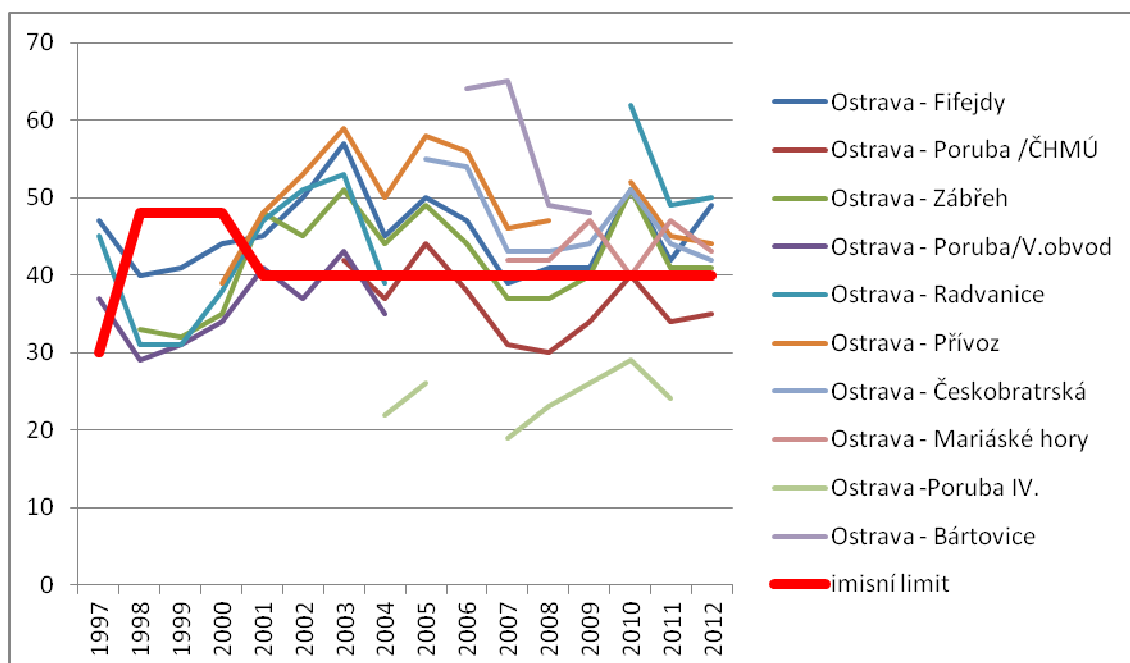
Graf č. 5 SO<sub>2</sub> Imisní limit pro ochranu ekosystému [34]

Suspendované prachové částice (SPM) byly naměřeny na 10 stanicích. Hodnota imisního limitu je  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z grafu č. 6 je zřetelné překročení imisního limitu na stanici Ostrava – Bártovice. Podle grafu byla data sbírána od roku 1997 do roku 2003, poté bylo měření přerušeno. Nastala totiž situace, kdy znečišťující látku PM<sub>10</sub> začala představovat pro lidstvo větší hrozbu znečištění. Toto znečištění způsobuje respirační onemocnění u obyvatel. V roce 2010 se SPM přestaly měřit úplně.



Graf č. 6 SPM imisní limit pro ochranu zdraví [34]

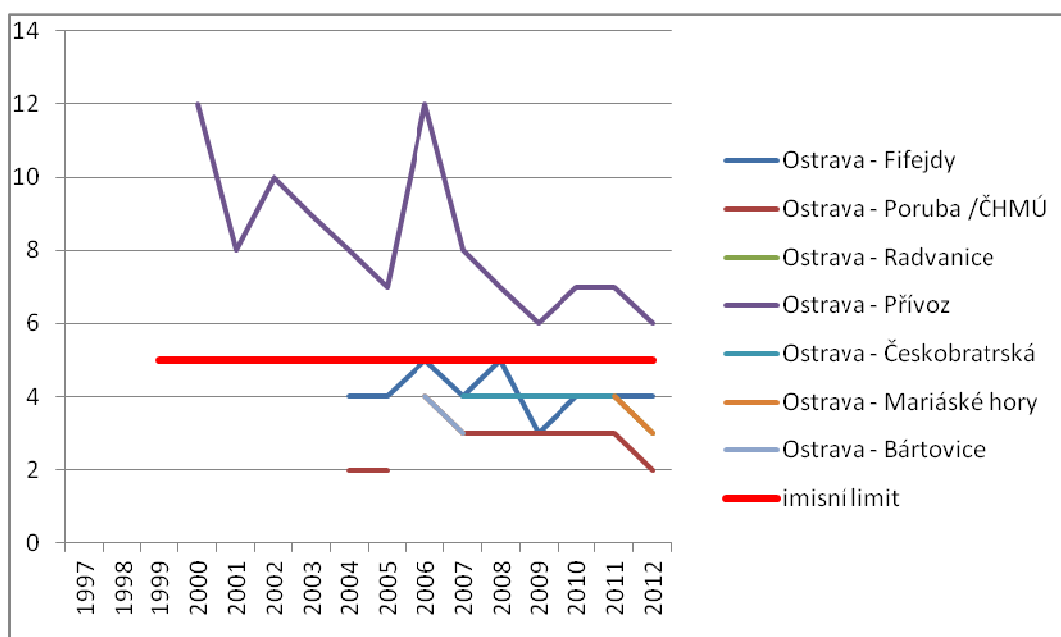
U koncentrované látky  $PM_{10}$  je značné a pravidelné překročení imisního limitu u většiny měřicích stanic. Ostrava – Poruba, jako jediná stanice, která nepřekročila imisní limit. Od roku 1997 do roku 2000 je zřejmé zvýšení imisního limitu na hodnotu  $48 \mu m.m^{-3}$  tato hodnota v roce 2001 klesá. Díky respiračním vlastnostem mají částice  $PM_{10}$  výrazný vliv na lidské zdraví.



Graf č. 7  $PM_{10}$  imisní limit pro ochranu zdraví[34]

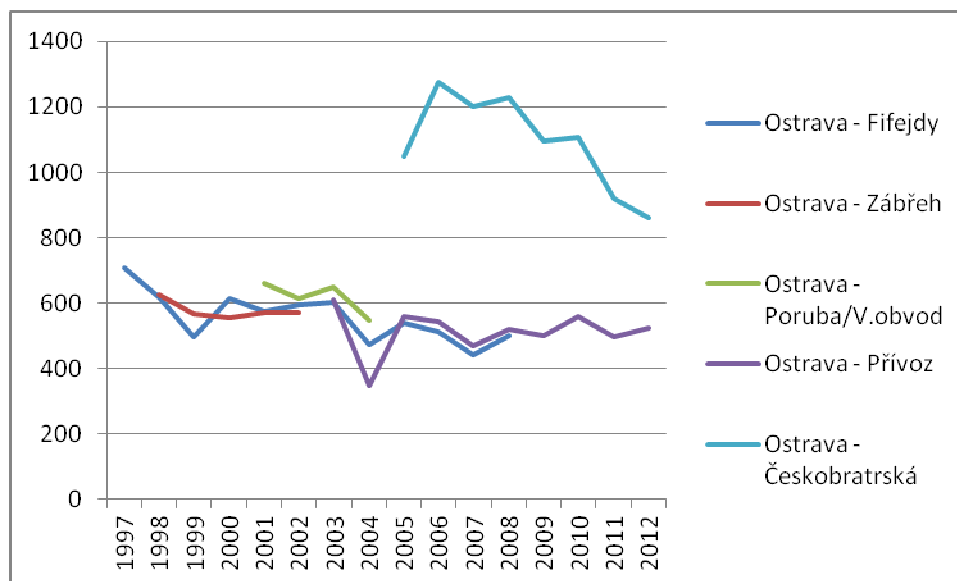


Z grafu č. 8 je zřejmé, že koncentrace benzenu se měřil na 7 stanicích. Imisní limit byl nastaven od roku 1999 na hodnotu  $5 \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-3}$ . Na stanici Ostrava - Přívoz byl mnohokrát překročen imisní limit, u stanice např. (Ostrava – Poruba/ČHMÚ a Ostrava - Bártovice) bylo měření od roku 2005 do roku 2007 přerušeno. Zdroj emisí pochází z výfukových plynů, z hlediska ochrany zdraví obyvatel se benzen dostává do organismu vdechováním této látky, která způsobuje poškození centrální nervové soustavy a poškozuje červené a bílé krvinky.



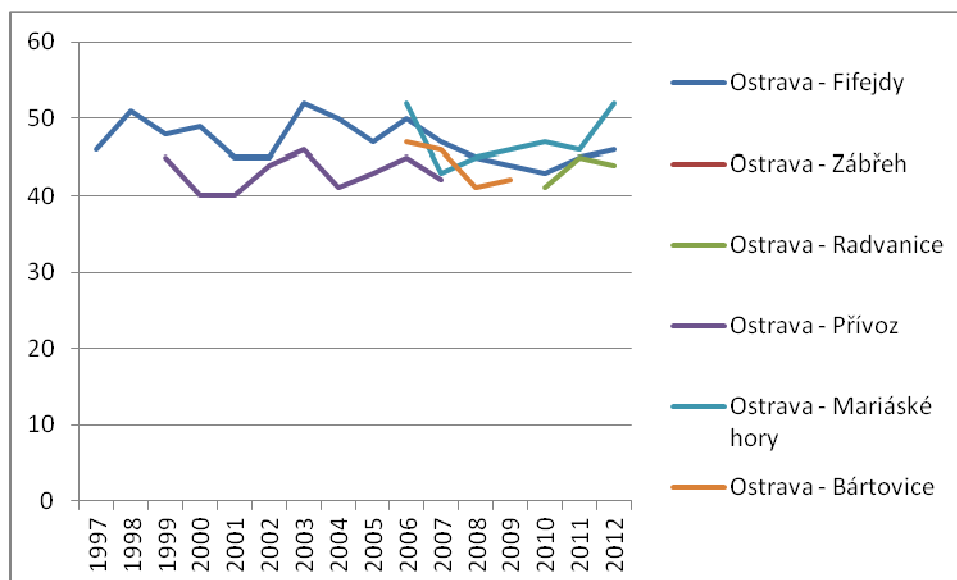
Graf č. 8 BNZ imisní limit [34]

U koncentrace znečišťující látky CO není nastaven imisní limit, jen maximální 8 hodinový klouzavý průměr. Z grafu č. 9 lze vyčíst, že stanice Ostrava - Českobratrská má největší naměřené hodnoty této koncentrované látky v roce 2006, poté hodnota klesla. U stanic Ostrava - Poruba/V.obvod a Ostrava - Zábřeh se přestala koncentrovaná látka měřit.



Graf č. 9 CO imisní limit [34]

Přízemní ozón se měřil na 6 stanicích. I u této znečišťující látky nebyl nastaven imisní limit, jen maximální 8 hodinový klouzavý průměr. U stanic Ostrava - Radvanice a Ostrava - Bártovice bylo měření přerušeno z důvodu snížení koncentrace této látky. O<sub>3</sub> vzniká především z dopravy a způsobuje pálení očí, nosu, bolest hlavy, kašel atd.

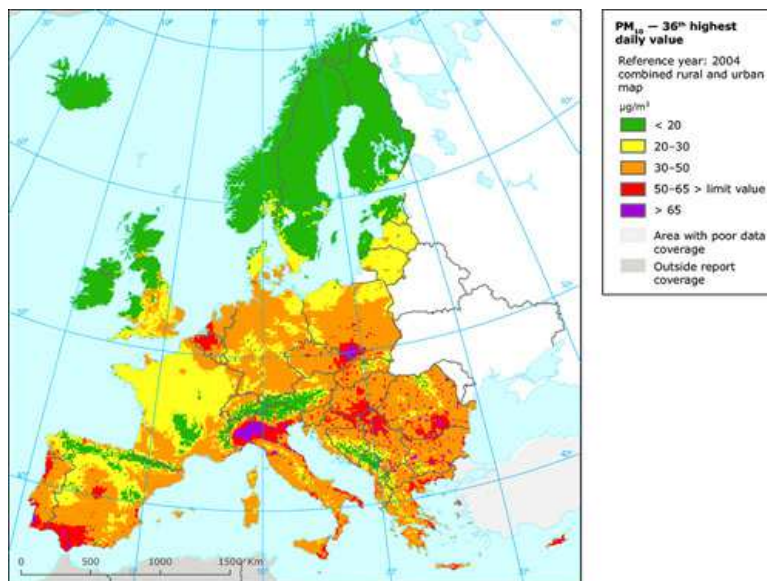


Graf č. 10 O<sub>3</sub> imisní limit [34]

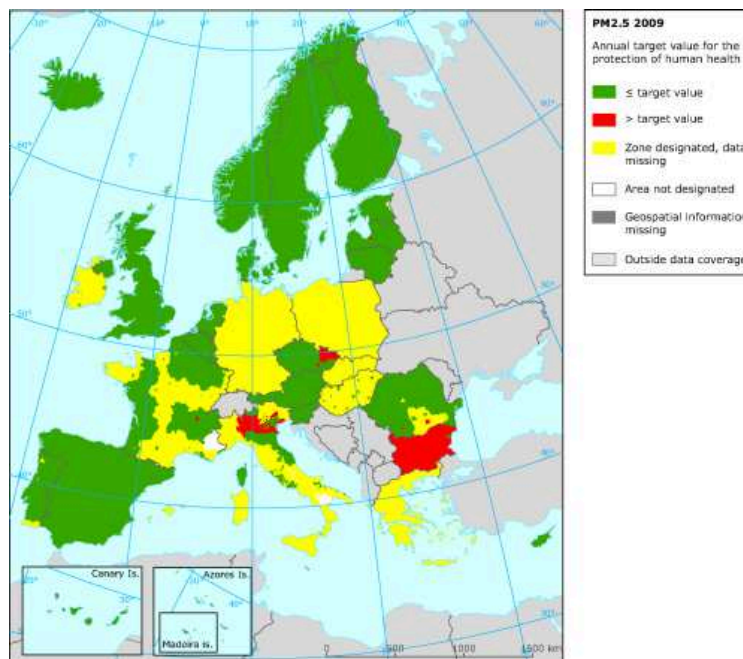
Z celkového zhodnocení grafů je zřejmé, že znečištění ovzduší Ostravy je ovlivňováno především průmyslem a dopravou. K tomuto znečištění přispívá i geomorfologická poloha Ostravy a její meteorologické podmínky. Díky různým programům, opatřením a novými technologiemi se kvalita ovzduší výrazně zlepšila. Mezi dlouhodobé a stále sledované znečišťující látky patří  $PM_{10}$  u které došlo k překročení imisního limitu téměř na všech stanicích. Další sledovanou látkou je BNZ. Jeho imisní limit je překročen až na hodnotu  $12 \mu m.m^{-3}$  na stanici Ostrava – Přívoz. Imise u ostatních látek vzrostli jen mírně.

## 5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU OVZDUŠÍ V MĚSTĚ OSTRAVA

Moravskoslezský kraj patří dlouhodobě a hlavně Ostravsko k oblastem s nejvíce znečištěným ovzduším v České republice, a stejně tak patří k nejznečištěnějším oblastem v Evropě. Na obrázcích jsou znázorněny mapy Evropy s koncentrací  $PM_{10}$  v roce 2004 a oblasti s překročeným limitem  $PM_{2,5}$  v roce 2009.



Obrázek 8 Koncentrace  $PM_{10}$  v Evropě v roce 2004 [16]



Obrázek 9 Oblasti s překročeným limitem  $PM_{2,5}$  v Evropě v roce 2009 (označené červeně) [16]

Kvalita ovzduší na Ostravsku je způsobená především vysokou koncentrací těžkého průmyslu v regionu a geomorfologickými podmínkami, na níž Ostravsko leží. [16]

Zejména v zimním období při špatných podmínkách se zde znečištění koncentruje. Nejvíce problematickým polutantem jsou tuhé znečišťující látky, které často překračují imisní limity, mezi ně patří převážně prachové částice o velikosti  $PM_{10}$ . V porovnání ČR a aglomerace Ostravska se zde podílejí na znečištění tuhými látkami převážně velké a zvláště velké zdroje znečištění. [18]

Zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou celostátně sledovány v rámci tzv. Registru emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO). Stacionární zdroje znečištění jsou děleny dle zákona 86/2002 Sb. na:

- REZZO1 – zvláště velké a velké zdroje - stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MV. Zařízení technologických procesů je definované v příloze k vyhlášce MŽP č.117/1997 Sb. Evidenci shromažďuje Česká inspekce životního prostředí.
- REZZO2 – střední zdroje – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu 0,2 MV – 5 MV. Patří sem uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření a úletu znečišťujících látek. Evidenci shromažďuje okresní úřad.
- REZZO3 – malé zdroje – zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu do 0,2 MV. Patří zde pracovní plochy spojené s možností znečišťování ovzduší, skládky surovin, paliv, produktů, odpadů a zařízení a činnosti, které výrazně znečišťují ovzduší. Evidenci těchto zdrojů shromažďuje obecní a městské úřady.
- REZZO4 – patří zde mobilní zařízení – silniční motorová vozidla, kolejová a železniční vozidla, letadla, plavidla. Tyto zdroje zpracovává Ministerstvo dopravy. [6]

V současné době podle nového zákona č.201/2012 sb. rozdělují stacionární zdroje na vyjmenované a nevyjmenované.

Celý Moravskoslezský kraj je ovlivňován emisní - imisními vztahy. Emise, které znečišťují ovzduší přímo z dopravy nebo ze stacionárních zdrojů a roční průměr imisní znečišťující látky, lze vyhodnotit porovnáním emise ze zdrojů a průměrné imise z imisního monitoringu.

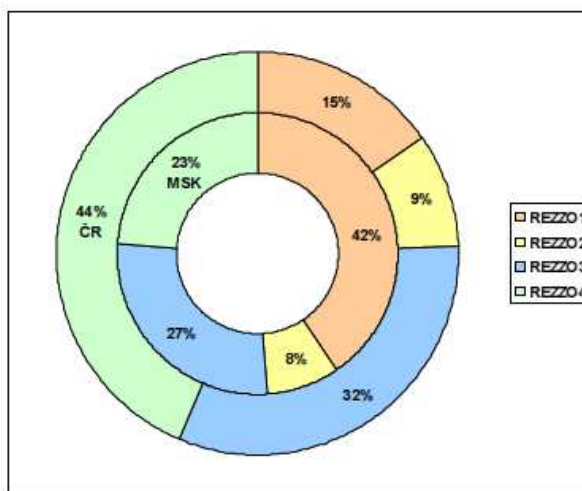
Mezi porovnávací emisní – imisní vztahy patří znečišťující látky:

- Emise TZL – imise  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$
- Emise  $SO_2$  – imise  $SO_2$
- Emise  $NO_2$  – imise  $NO_2$

U těchto emisně – imisních vztahů nezávisí imise znečišťujících látek jen na emisích vypouštěné přímo ze stacionárních zdrojů, ale jsou ovlivňovány i jinými faktory např. rozptylovými podmínkami, převážně v topné sezoně nebo dálkovým přenosem těchto imisních znečišťujících látek.

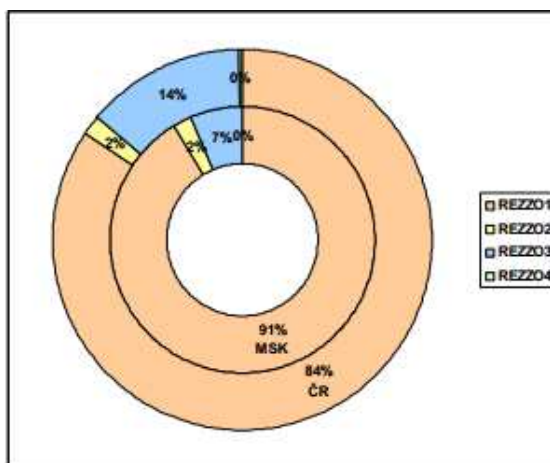
Na základě krajského programu Moravskoslezského kraje snižování emisí je sledován vývoj emisí podle znečišťujících látek a rozdělení stacionárních zdrojů znečištění. Zdrojem těchto dat je ČHMÚ a rok 2008 byl výchozím pro vytvoření těchto grafů, protože jeho data byla plně k dispozici v době zpracování programu. [27]

Z grafu č. 11 pro TZL lze vyčíst, že v Moravskoslezském kraji převládá znečištění ovzduší z velkých a zvláště velkých zdrojů a to podílem (42 %). Oproti tomu ČR má největší zastoupení z mobilních zdrojů (44 %)



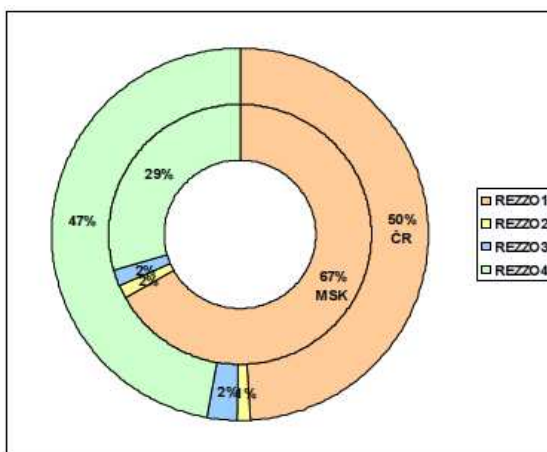
Graf č. 11 Zdrojová struktura emisí TZL v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

V Moravskoslezském kraji se zdroje REZZO1 na emisích  $\text{SO}_2$  podílejí z (91 %), oproti ČR, která má o (7 %) méně jak lze vyčíst z grafu č. 12 viz níže. Druhým procentuálním zastoupením jsou znečišťovatele kategorie REZZO3. Kdy ČR má větší podíl o (7 %) než Moravskoslezský kraj.



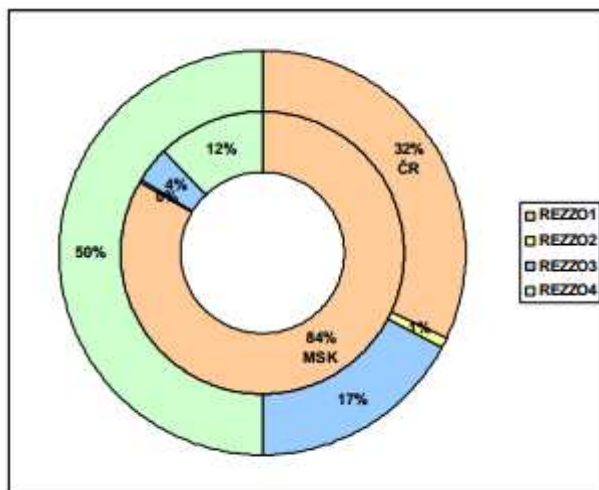
Graf č. 12 Zdrojová struktura emisí  $\text{SO}_2$  v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

U znečišťující látky  $\text{NO}_2$  je z grafu č. 13 patrné, že opět převyšuje o (67 %) v Moravskoslezském kraji zdroje kategorie REZZO1. Z celorepublikového porovnání je podíl REZZO1 jen (50 %).



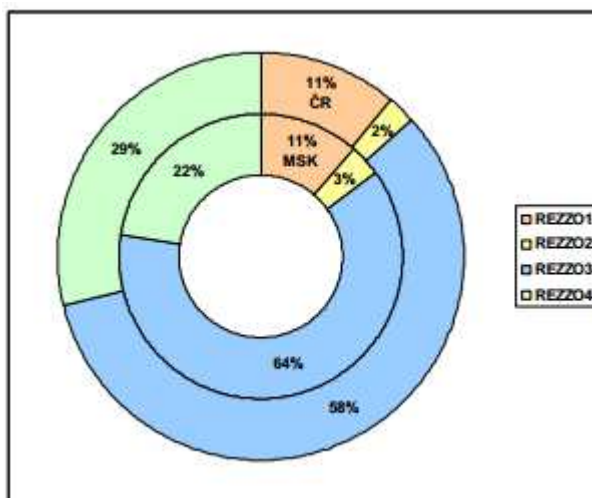
Graf č. 13 Zdrojová struktura emisí  $\text{NO}_2$  v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

V porovnání Moravskoslezského kraje mají emise CO ze zdrojů REZZO1 větší procentuální zastoupení (84 %) než má ČR (32 %). Naproti tomu znečištění mobilního zdroje má Moravskoslezský kraj nižší podíl (12 %), než celorepublikový podíl, který je (50 %).



Graf č. 14 Zdrojová struktura emisí CO v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

U těkavých organických látek (VOC) je z grafu č. 15 zjevné znečištění zdrojů kategorie REZZO3. Ve srovnání má opět Moravskoslezský kraj větší podíl (64 %), než v porovnání s ČR (58 %). Druhým nejvíce zastoupeným procentuálním podílem jsou znečišťovatelé kategorie REZZO4.



Graf č. 15 Zdrojová struktura emisí VOC v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

Nejvýznamnější stacionární průmyslové a energetické zdroje znečišťování ovzduší (REZZO 1) v městě Ostrava jsou:

- ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o.
- ArcelorMittal Ostrava a.s.
- Dalkia Česká republika a.s.
- OKK Koksovny a.s



- ČEZ a.s.
- EVRAZ VÍTKOVICE STEEL a.s. [27]

## 5.1 Opatření pro nejvýznamnější zdroje znečišťování ovzduší

Pro snížení imisí suspendovaných částic PM<sub>10</sub> jsou různá opatření, která jsou aplikována jednotlivými průmyslovými podniky v rámci ochrany životního prostředí. Na základě dotazníkového průzkumu, který byl proveden v roce 2012, byli osloveni velké zdroje znečištění v aglomeraci Ostrava.

*Mezi opatření patří:*

- ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o. – spalování nízkosírného uhlí, primární opatření pro snížení emisí NO<sub>x</sub>, Modernizace filtračního zařízení,
- ArcelorMittal Ostrava a.s. – Vysoké pece: modernizace ESP a výstavba tkaninových filtrů, pravidelný úklid komunikací, snížení emisí TZL z chladících pásů a tg. uzlů,
- ArcelorMittal Ostrava a.s. – Ocelárna snížení emisí TZL z haly ocelárny, pravidelný úklid komunikací,
- ArcelorMittal Ostrava a.s. – Koksovna snížení emisí z hasících věží, snížení počtu operací na koksovací a strojní straně komor, snížení průsaků do topného systému,
- ČEZ a.s. – Teplárna Vítkovice oprava elektroodlučovačů EO K10,
- Dalkia ČR a.s. - Odsíření a denitrifikace kotlů K13 a K14 v Elektrárně Třebovice
- OKK Koksovny a.s. – Odstavení provozu Koksovny Jan Šverma, nákup čistícího vozu

Ke zlepšení kvality ovzduší v aglomeraci Ostravska dochází, díky těmto opatřením jako jsou např. odstavení provozu Koksovny Jan Šverma a výstavba filtrů u společnosti Arcelor Mittal Ostrava a.s. V ochraně ovzduší stávající opatření emisí nejsou celoročně

účinná, aby zajistila kvalitu ovzduší pod hodnoty stanovených imisních limitů. Ostravská aglomerace má dlouhodobý problém spojenou s velkou hustotou osídlení při její rozloze, s historicky vysokou koncentrací průmyslu, s polohou, meteorologickými a rozptylovými podmínkami a transport znečišťujících látek z průmyslové oblasti v Polsku. [27]

Na základě grafů z předchozí kapitoly je celkové zhodnocení kvality ovzduší v městě Ostrava zaměřeno hlavně na znečišťující látky  $PM_{10}$  a BNZ. Tyto látky mnohokrát překročili stanovený imisní limit, z hlediska ochrany lidského zdraví. Ale je zřejmé i malé zlepšení kvality ovzduší díky opatřením na zvláště velkých, dnes již vyjmenovaných zdrojích viz grafy výše. K různým výkyvům znečišťujících látek dochází kvůli meteorologickým a rozptylovým podmínkám. Částice  $PM_{10}$  se dostávají do ovzduší především z vyjmenovaných zdrojů. Oproti  $PM_{10}$  BNZ je dostáván do ovzduší dopravní infrastrukturou. U látky  $SO_2$  nebylo zaznamenáno žádné překročení imisního limitu z hlediska ochrany zdraví, ale z hlediska ochrany ekosystému je patrné překročení imisního limitu.

## ZÁVĚR

Cíl bakalářské práce zmapování kvality ovzduší v městě Ostravy, byl naplněn.

V teoretické části byla nastíněna ochrana kvality ovzduší ve světě, Evropě a České republice. Hlavní složkou bylo srovnání zákonů a směrnic, kterými se řídí Evropa a Česká republika. Evropa se řídí hlavní směrnicí 2008/50/ES, která se zabývá kvalitou vnějšího ovzduší a čistým ovzduším pro Evropu. Cílem této směrnice je udržet kvalitu ovzduší v dobrém stavu a spolupracovat i s dalšími členskými státy. Česká republika se řídí také touto směrnicí, ale i dalším hlavním právním předpisem a to zákonem o ovzduší 201/2012 Sb. Na základě zákona a směrnic, které stanovují imisní limity, byl vytvořen databázový systém Airbase. Tento program monitoruje kvalitu ovzduší na měřicích stanicích v celé Evropě. Převážně monitoruje znečišťující látky SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, BNZ a O<sub>3</sub>, jejich překročení imisního limitu bylo zaznačeno do map. Evropu podle databáze nejvíce znečišťuje látka NO<sub>2</sub>, která je způsobena rostoucí dopravní infrastrukturou a znečišťující látka PM<sub>10</sub>, která představuje hrozbu i v ČR. U dalších látek jde o minimální zvýšení imisního limitu.

V další kapitole teoretické části je identifikována legislativa kvality ovzduší, kterou zabezpečuje vídeňská úmluva, ve které se Evropské země zapsaly k ochraně ozonové vrstvy. Provázejícím dokumentem Vídeňské úmluvy je Montrealský protokol, který zamezuje nebo úplně zakazuje produkci znečišťujících látek, které poškozují ozonovou vrstvu. Další úmluva, která omezuje produkci a předcházení emisí, které překračují hranice státu je Ženevská. Ve Stockholmské úmluvě, která byla přijata 150 státy, jde o omezení znečišťujících látek POP. V České republice podle zákona 201/2012 Sb. se oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší dělí na zóny a aglomerace, kde dochází k častému překročení imisního limitu. V Moravskoslezském kraji dochází ke stálému překračování imisního limitu oproti celé ČR, proto byly sestaveny národní a krajské programy. Krajský program byl zaměřen na Moravskoslezský kraj, ve kterém mělo dojít ke snížení emisních limitů různými opatřeními např.: snížit prašnost čistěním komunikací, zvýšení plynulosti silniční dopravy nebo výstavba izolační zeleně.

Dále je zmínka o monitorování kvality ovzduší v Evropě, pomocí systému Euroairnet, který sděluje informace veřejnosti na evropské úrovni. Na základě kritérií byla vytvořena síť s dostatečným prostorovým pokrytím a rozdělením oblastí měřicích stanic podle rozhodnutí Rady 97/101/EC. V ČR se monitorování provádí pomocí informačního systému ISKO. V tomto systému byly podrobně popsány měřicí stanice, měřicí metody jakou stanice používají a také znečišťující látky.

V praktické části bakalářské práce v kapitole vývoj kvality ovzduší v městě Ostrava byly uvedeny roční a měsíční data z ČHMÚ, které zpracoval informační systém ISKO. Data byla zhotovena do grafu za období 16 let. Každý graf popisuje vývoj znečišťujících látek a znázorňuje překročení imisních limitů. Znečištění ovzduší v městě Ostrava je ovlivňováno především průmyslem a dopravou, ale také ke znečištění přispívá i geomorfologická poloha Ostravy a její meteorologické podmínky. Mezi dlouhodobé a stále sledované znečišťující látky patří  $PM_{10}$ , která pochází z průmyslových zdrojů. Další sledovanou látkou je BNZ, ta pochází z dopravy infrastruktury. Imise u ostatních látek vzrostly jen nepatrně.

Poslední kapitola byla věnována současnému stavu kvality ovzduší. Byly zde srovnány grafy České republiky a Moravskoslezského kraje, kde je zřejmé, že Moravskoslezský kraj díky své průmyslové aglomeraci přispívá ke značnému zhoršení kvality ovzduší oproti celé ČR. K znečištění ovzduší, dochází v Ostravě převážně z průmyslových zdrojů. Jedná se o zdroje ArcelorMittal Energy Ostrava s.r.o., ArcelorMittal Ostrava a.s., Dalkia Česká republika a.s., OKK Koksovny a.s., ČEZ a.s., EVRAZ VÍTKOVICE STEEL a.s., které patří podle zákona 86/2002 Sb. do kategorie REZZO1, proto dochází k častému překročení imisních limitů znečišťující látky  $PM_{10}$ , která je z hlediska ochrany zdraví lidí velkou hrozbou, proto byl vypracován krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší.

Díky právním předpisům, programům a iniciativ se znečištění kvality ovzduší patrně zlepšilo.

Přínosem této bakalářské práce je ucelený přehled o zmapování kvality ovzduší pro Moravskoslezský kraj se zaměřením na město Ostrava. Tato práce může také sloužit jako podklad pro zpracování dalších regulačních opatření.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. HEMERKA, Jiří a Pavel VYBÍRAL. *Základy ochrany ovzduší*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2008, 117 s. ISBN 978-80-01-03922-9.
2. 17.konferencia so zahraničnou účasťou: Ochrana ovzdušia(2002). Bratislava: Dom techniky ZSVTS Bratislava s.r.o. ISBN 80-233-0478-X.
3. BRADLEY, Robert L. *Kritika klimatického alarmismu*. 1. vyd. Ostrava: VŠB, 2004, 169 s. ISBN 80-248-0636-3.
4. SYMON, Karel a Vladimír BENCKO. *Znečištění ovzduší a zdraví*. Praha: Avicenum, 1988. ISBN 08-079-88.
5. ŠUTA, Miroslav. *Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví*. Plzeň: Děti Země, 2008, 30 s. ISBN 978-80-86678-10-8.
6. *Informace o stavu životního prostředí*. Okresní úřad Nový Jičín, referát životního prostředí. Nový Jičín, 2000, 75 s.
7. Opatření proti znečištění ovzduší. *Air Quality Now* [online]. 2007, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.airqualitynow.eu/cz/pollution\\_acting.php](http://www.airqualitynow.eu/cz/pollution_acting.php)
8. EUROAIRNET kritéria. *Eionet* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://acm.eionet.europa.eu/databases/EuroAirnet/euroairnet\\_criteria.html](http://acm.eionet.europa.eu/databases/EuroAirnet/euroairnet_criteria.html)
9. ISKO. *Portál ČHMÚ* [online]. 2008, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5\\_0\\_O\\_nas/P5\\_3\\_Organizacni\\_struktura/P5\\_3\\_11\\_Ovzdusi/P5\\_3\\_11\\_3\\_Odd\\_info\\_sys\\_kv\\_ovz/P5\\_3\\_11\\_3\\_1\\_Zakl\\_Info&last=false](http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5_0_O_nas/P5_3_Organizacni_struktura/P5_3_11_Ovzdusi/P5_3_11_3_Odd_info_sys_kv_ovz/P5_3_11_3_1_Zakl_Info&last=false)
10. Airbase. *Eionet* [online]. 2008, č. 1, 2013/06/25 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/index\\_html](http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/index_html)
11. Nový zákon 201/2013 Sb. o ochraně ovzduší. *Informační portál ÚNMZ* [online]. 2013, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.sgpstandard.cz/editor/files/on\\_line/vzduch\\_voda/demo/ovzdusi/2\\_1\\_ov\\_cr.htm](http://www.sgpstandard.cz/editor/files/on_line/vzduch_voda/demo/ovzdusi/2_1_ov_cr.htm)
12. Vymezení oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší. *MŽP* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vymezeni\\_oblasti/\\$FILE/000-OZKO\\_2010-20120328.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vymezeni_oblasti/$FILE/000-OZKO_2010-20120328.pdf)
13. Programy zlepšování kvality ovzduší. *EAgri* [online]. 2009-2013, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/101021351.html>

14. Střednědobá strategie zlepšení kvality ovzduší. *ENVIROS* [online]. 2013, č. 1 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.enviros.cz/projects/strednedoba-strategie-do-roku-2020-zlepseni-kvality-ovzdusi-v-cr.html>
15. Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší pro Moravskoslezský kraj ve srovnání s Českou republikou. *Novinky a události* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.msobservator.cz/novinky-a-udalosti/aktualizace-oblasti-se-zhorsenou-kvalitou-ovzdusi-ozko-pro-moravskoslezsky-kraj-ve-srovnani-s-ceskou-republikou/>
16. Stav ovzduší na Ostravsku. *Čisté nebe* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/ovzdusi-na-ostravsku>
17. Definice. *Air Quality Now* [online]. 2007, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.airqualitynow.eu/cz/pollution\\_home.php](http://www.airqualitynow.eu/cz/pollution_home.php)
18. HAVRÁNEK, Petr. Dokumenty. *Ovzduší* [online]. 1. vyd. Ostrava, 2012 [cit. 2012-10-25]. Dostupné z: <http://www.dychamproostravu.cz/index.php/ovzdusi/dokumenty>
19. Ochrana ovzduší. *Kvalita ovzduší* [online]. 2008-2014, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/kvalita\\_ovzdusi](http://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi)
20. KRZYŽANKOVÁ, Vlasta. Kvalita ovzduší. *OSTRAVA!!!* [online]. 1. vyd. Ostrava, 2012, Krzyžanková Vlast [cit. 2012-10-25]. Dostupné z: <http://www.ostrava.cz/cs/o-meste/zivotni-prostredi>
21. Montrealský protokol. *Enviwiki* [online]. 2008, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/vzduch/index.php?article=125>
22. VLČKOVÁ, Radka. Imisní monitoring. *Ecmost* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: [http://www.ecmost.cz/img/clanky/imise/imisni\\_monitoring.pdf](http://www.ecmost.cz/img/clanky/imise/imisni_monitoring.pdf)
23. Národní program pro snižování emisí České republiky. *MŽP* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni\\_program\\_snizovani\\_emisi/\\$FILE/000-NPSE\\_CR-20120117.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_snizovani_emisi/$FILE/000-NPSE_CR-20120117.pdf)
24. Toulén. *Arnika* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://arnika.org/toluen>
25. Imisní limity pro ochranu zdraví. *Informační systém kvality ovzduší* [online]. 1991, č. 1 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2002\\_enh/CZE/kap\\_01/komentar\\_1\\_2.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2002_enh/CZE/kap_01/komentar_1_2.html)
26. Vyhláška č.415/2012 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-415>

27. Krajský integrovaný program pro zlepšení kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji. *Kraj Moravskoslezský* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/assets/ovzdusi/Koncepce/aktualizace-pzko-2012.pdf>
  
28. Tabulka počet stanic České republiky z roku 2011. *Eionet* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: [http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi\\_tables/eoi2012/index\\_html](http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi_tables/eoi2012/index_html)
  
29. HAPALA, Petr. Analýza kvality ovzduší na území města Ostravy a legislativa v ochraně ovzduší. *Ostrava!!!* [online]. 2008-2009, č. 1 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.ostrava.cz/cs/urad/magistrat/odbory-magistratu/odbor-ochrany-zivotniho-prostredi/oddeleni-odpadoveho-hospodarstvi-a-ochrany-ovzdusi/analyza-kvality-ovzdusi-v-ostrave/analyza-kvality-ovzdusi>
  
30. Mapy znečišťujících látek a jejich měřicí stanice z roku 2011. *Eoinet* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi\\_maps/eoi2012/index\\_html](http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/eoi_maps/eoi2012/index_html)
  
31. Tabulka rozdělení měřících stanic. *Eionet* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://acm.eionet.europa.eu/databases/EuroAirnet/euroairnet\\_criteria.html](http://acm.eionet.europa.eu/databases/EuroAirnet/euroairnet_criteria.html)
  
32. Tabulka měřících stanic v Ostravě a jejich metody měření znečišťující látky. *ČHMÚ - Tabelární přehled* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2012\\_enh/index\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2012_enh/index_CZ.html)
  
33. Metody měření znečišťujících látek. *ISKO* [online]. 2012, č. 1 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2012\\_enh/pdf/kom\\_CZ.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2012_enh/pdf/kom_CZ.pdf)
  
34. Úsek ochrany čistoty ovzduší Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika: Tabelární ročenky. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/tab\\_roc\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html)
  
35. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES. *EUR-Lex: Access to European Union law* [online]. 2008, č. 1 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?jsessionid=n1CkTGPSzYxN3q6QX4WVv2ChwSXY4xl8ZR5Hhn1TgTwPJD7vqn5M!-1975164158?uri=CELEX:32008L0050>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koncentrace látky SO<sub>2</sub> z databáze Airbase [30]

Obrázek 2 Koncentrace NO<sub>2</sub> z databáze Airbase [30]

Obrázek 3 Koncentrace PM<sub>10</sub> z databáze Airbase [30]

Obrázek 4 Koncentrace CO z databáze Airbase [30]

Obrázek 5 Koncentrace BNZ z databáze Airbase [30]

Obrázek 6 Koncentrace O<sub>3</sub> z databáze Airbase [30]

Obrázek 7 Mapa stanic imisního monitoringu z roku 2008 [29]

Obrázek 8 OZKO rok 2005 [15]

Obrázek 9 OZKO rok 2006 [15]

Obrázek 10 OZKO rok 2007 [15]

Obrázek 11 OZKO rok 2008 [15]

Obrázek 12 OZKO rok 2009 [15]

Obrázek 10 OZKO rok 2010 [15]

Obrázek 11 OZKO rok 2011 [15]

Obrázek 12 Koncentrace PM<sub>10</sub> v Evropě v roce 2004 [16]

Obrázek 13 Oblasti s překročeným limitem PM<sub>2,5</sub> v Evropě v roce 2009 (označené červeně) [16]

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Seznam právních předpisů Evropy a ČR [19]

Tab. č. 2 Počet měřicích stanic v ČR z databáze AirBase [28]

Tab. č. 3 Rozdělení měřicích stanic podle kritérií EUROAIRNET [31]

Tab. č. 4 Seznam měřicích stanic a jejich metody měření znečišťující látky [32]



## SEZNAM GRAFŮ

- Graf č. 1 Roční průměr imisního limitu pro NO<sub>2</sub> [30]
- Graf č. 2 Roční průměr imisního limitu pro BNZ [30]
- Graf č. 3 NO<sub>2</sub> imisní limit pro ochranu zdraví a ekosystém [34]
- Graf č. 4 SO<sub>2</sub> imisní limit pro ochranu zdraví [34]
- Graf č. 5 SO<sub>2</sub> Imisní limit pro ochranu ekosystému [34]
- Graf č. 6 SPM imisní limit pro ochranu zdraví [34]
- Graf č. 7 PM<sub>10</sub> imisní limit pro ochranu zdraví [34]
- Graf č. 8 BNZ imisní limit [34]
- Graf č. 9 CO imisní limit [34]
- Graf č. 10 O<sub>3</sub> imisní limit [34]
- Graf č. 11 Zdrojová struktura emisí TZL v ČR a v MSK, rok 2008 [27]
- Graf č. 12 Zdrojová struktura emisí SO<sub>2</sub> v ČR a v MSK, rok 2008 [27]
- Graf č. 13 Zdrojová struktura emisí NO<sub>2</sub> v ČR a v MSK, rok 2008 [27]
- Graf č. 14 Zdrojová struktura emisí CO v ČR a v MSK, rok 2008 [27]
- Graf č. 15 Zdrojová struktura emisí VOC v ČR a v MSK, rok 2008 [27]

## SEZNAM PŘÍLOH

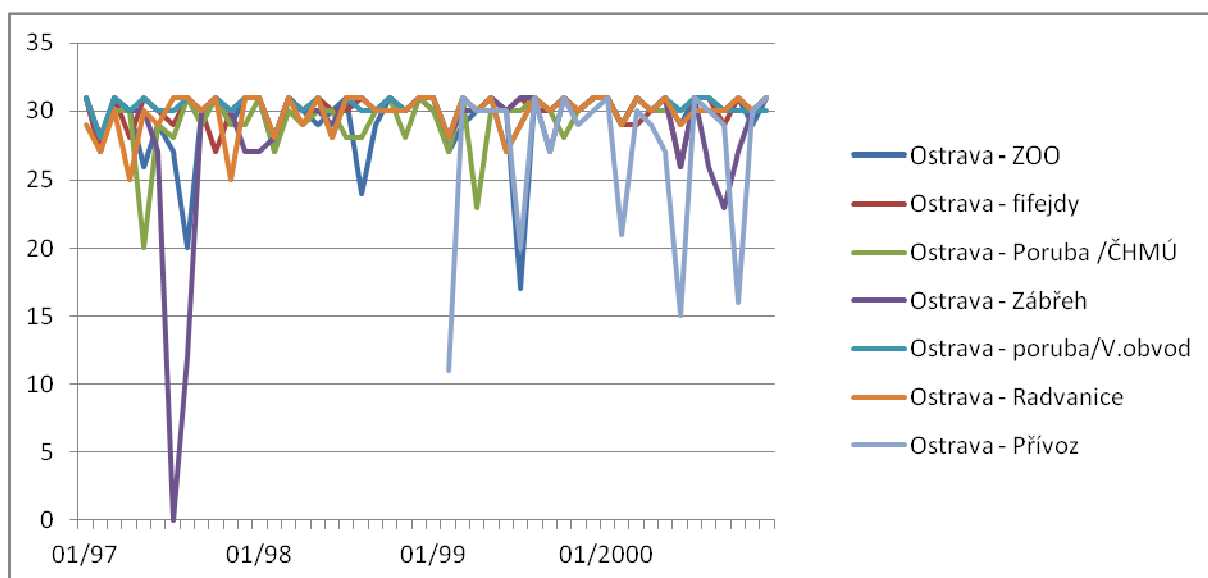
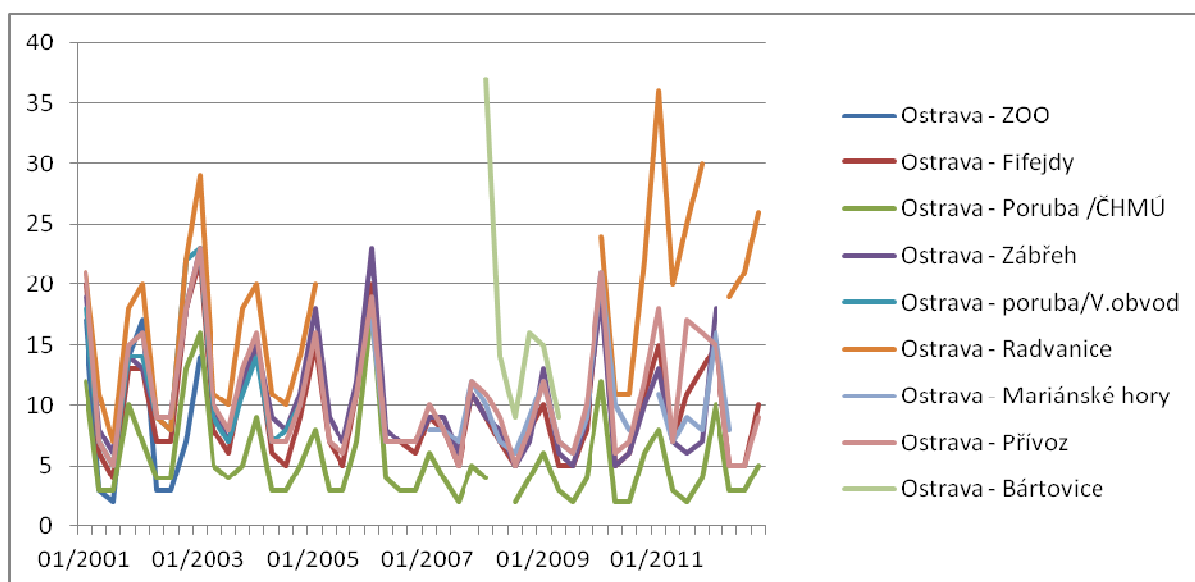
- Příloha č. 1 Seznam měřicích stanic v Evropě a jejich počet [28]
- Příloha č. 2 Grafy znečišťujících látek v rámci Ostravy [34]

*Příloha č. 1: Seznam měřicích stanic v Evropě a jejich počet [28]*

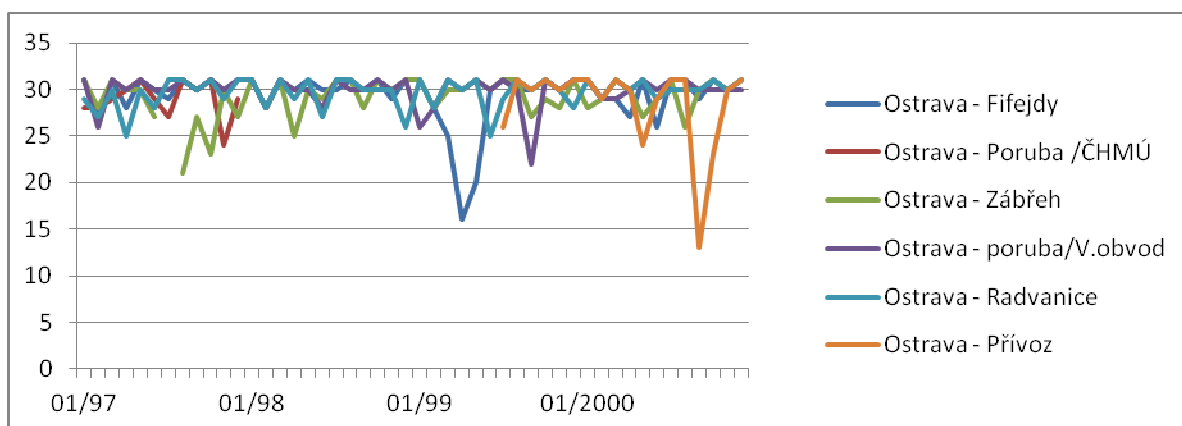
	AQ Directive												
	AQD 2008/50/EC											DD 2004/50/EC	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> /NO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	Pb <sub>aer</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>	VO <sub>C-</sub>	PM <sub>2.5</sub> spec	HM <sub>4</sub>	PAH <sub>4</sub>
<b>EU-27 countries</b>													
AUSTRIA	96	153	134	133	21	16	36	20	112	12		17	25
BELGIUM	61	87	87	65	42	40	22	39	42	39		45	22
BULGARIA	28	25	18	40	9	9	17	20	19	5		12	13
CYPRUS	2	2	2	3	5	3	1	1	2		1	3	2
CZECH REPUBLIC	74	91	91	120	44	62	27	30	61			62	33
DENMARK	2	12	7	6	8	6	6	3	9	3	2	6	2
ESTONIA	9	9	9	7	7	5	7	2	9			5	5
FINLAND	10	30	29	42	20	1	5	5	20	5	3	7	9
FRANCE	246	473	358	379	102	29	69	27	421			21	10
GERMANY	157	534	367	430	147	121	115	151	264	112	8	191	124
GREECE	10	24	16	18	4		14	2	24	1			
HUNGARY	25	25	24	25	8		22	13	17	13		7	20
IRELAND	11	14	14	17	7	3	5	3	12	3	1	6	5
ITALY	282	579	565	509	142	70	298	184	340	136		70	68
LATVIA	6	9	3	9	5	5	2	6	8	5	1	5	4
LITHUANIA	10	14	11	14	7	5	7	4	12	1		5	5
LUXEMBOURG	3	6	6	6	3	3	3	2	6	2		3	3
MALTA	4	4	4	4	3		4	3	5	3		1	
NETHERLANDS	20	59	44	48	29	7	21	6	38	6	1	8	6

POLAND	129	130	121	200	69	79	64	32	66	1	5	78	98
PORTUGAL	49	59	59	59	23	3	39	12	50	2		6	1
ROMANIA	72	56	56	44	18	38	69	35	58			37	
SLOVAKIA	12	16		31	26		10	10	15				
SLOVENIA	12	12	11	14	4	4	4	2	12	2		4	3
SPAIN	435	502	411	453	202	111	251	153	424	127		109	75
SWEDEN	9	35	14	41	18	4	4	10	16			4	2
UNITED KINGDOM	47	120	120	64	73	35	24	41	82	5	2	38	34
Total EU-27 countries	1821	3080	2581	2781	1046	659	1146	816	2144	483	24	750	569
<b>non-EU-27 countries</b>													
ALBANIA		2	2	2	2		2	2					
BOSNIA HERZEGOVINA	4	1	1				2		2				
CROATIA	8	8	8	8			8	4	2				
ICELAND	7	6	5	8	6		1		1			1	
LIECHTENSTEIN		1	1	1					1				
MACEDONIA, FYRO <sup>1)</sup>	20	5	5	14			9		12				
MONTENEGRO	2	3	3	4			3		2				
NORWAY	10	31	25	31	21		2	10	11			4	8
SERBIA	25	23	6	6			24	4	8				
SWITZERLAND	9	31	31	28	8	14	12	3	30	6		14	9
TURKEY	116			116									
Total non-EU-27 countries	201	111	87	218	37	14	63	23	69	6		19	17
Total all countries	2022	3191	2668	2999	1083	673	1209	839	2213	489	24	769	586

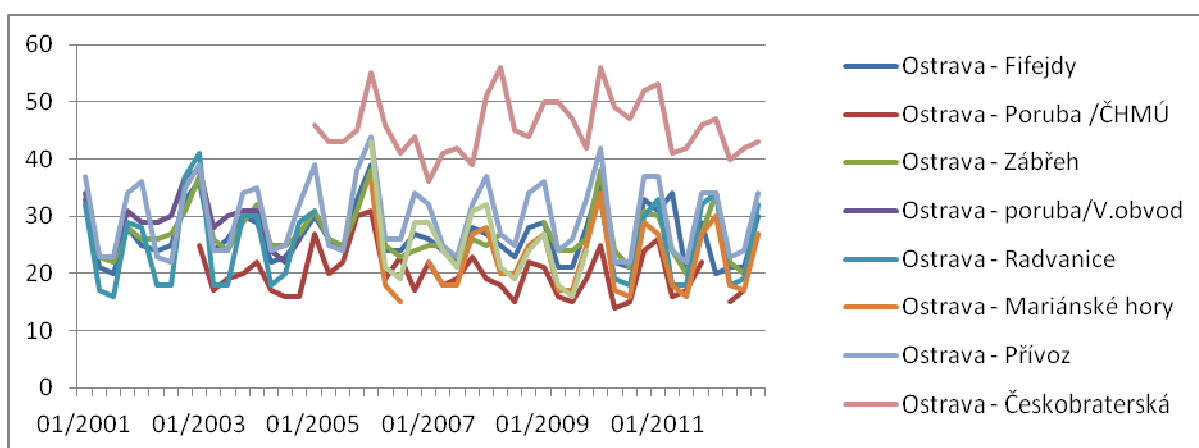
## Příloha č 2: Grafy znečišťujících látek v rámci Ostravy [34]

SO<sub>2</sub> měsíční hodnotySO<sub>2</sub> čtvrtletní hodnoty

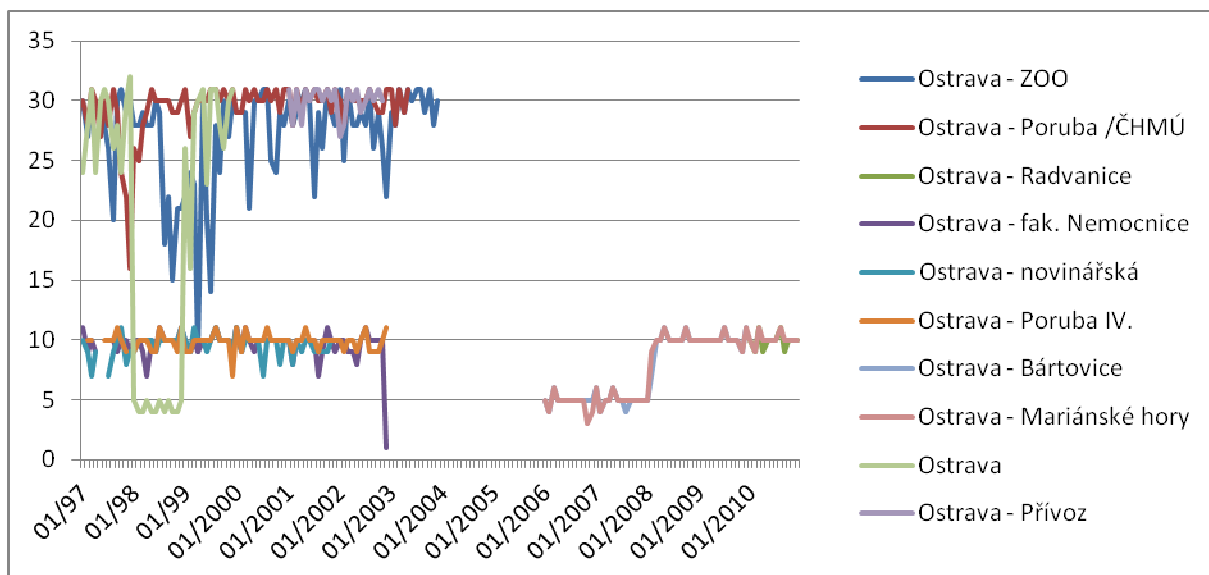
NO<sub>2</sub> měsíční hodnoty



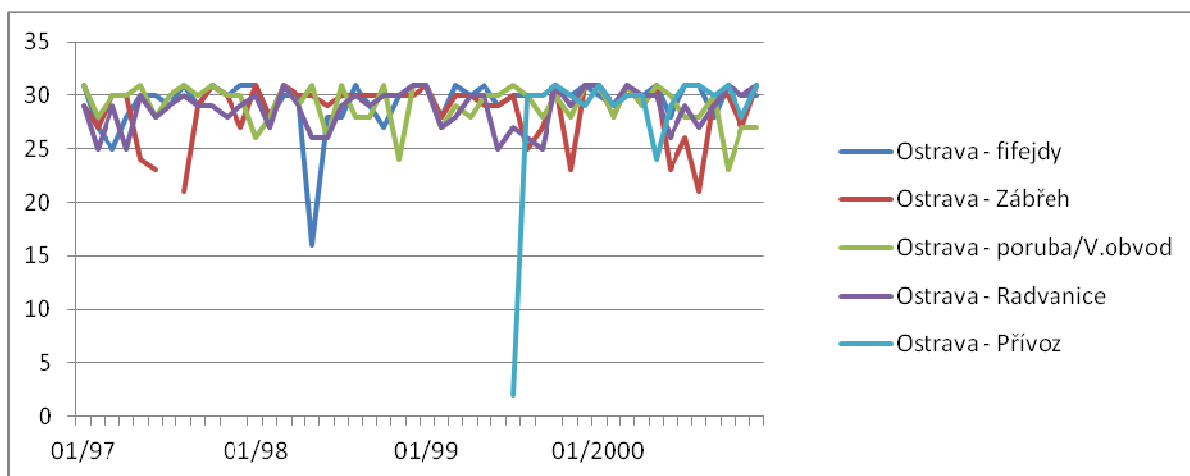
NO<sub>2</sub> čtvrtletní hodnoty



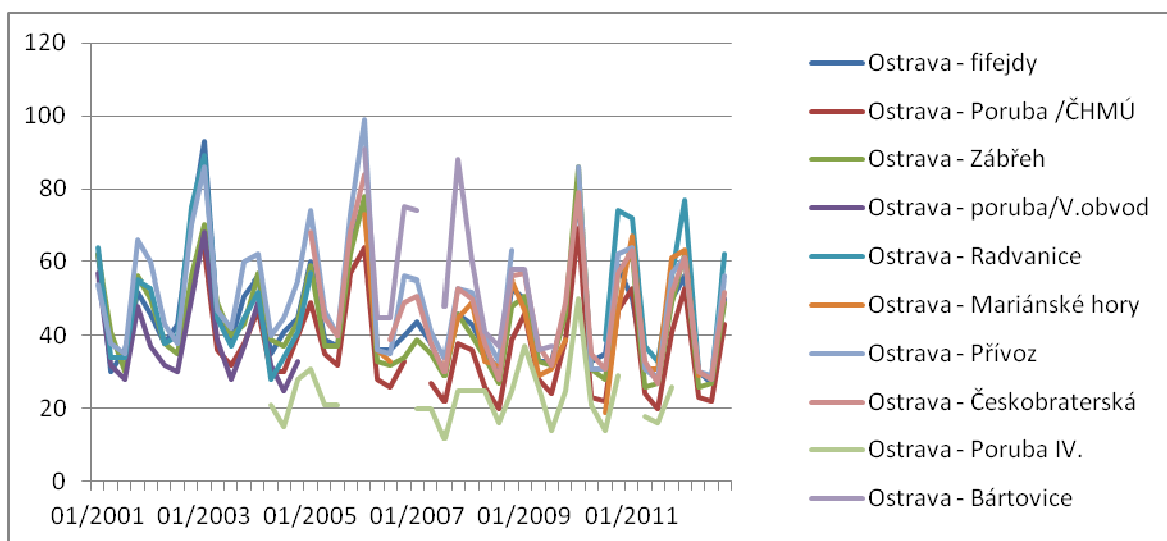
SPM měsíční hodnoty



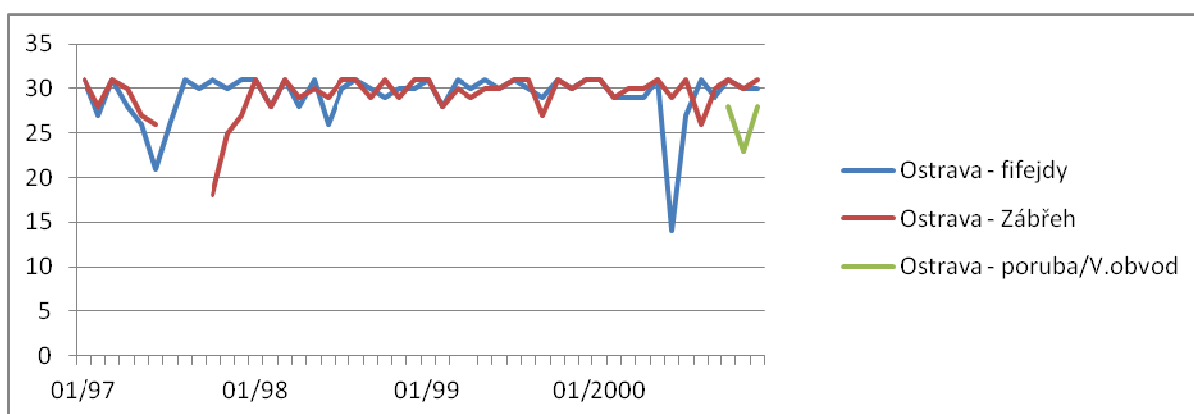
PM<sub>10</sub> měsíční hodnoty



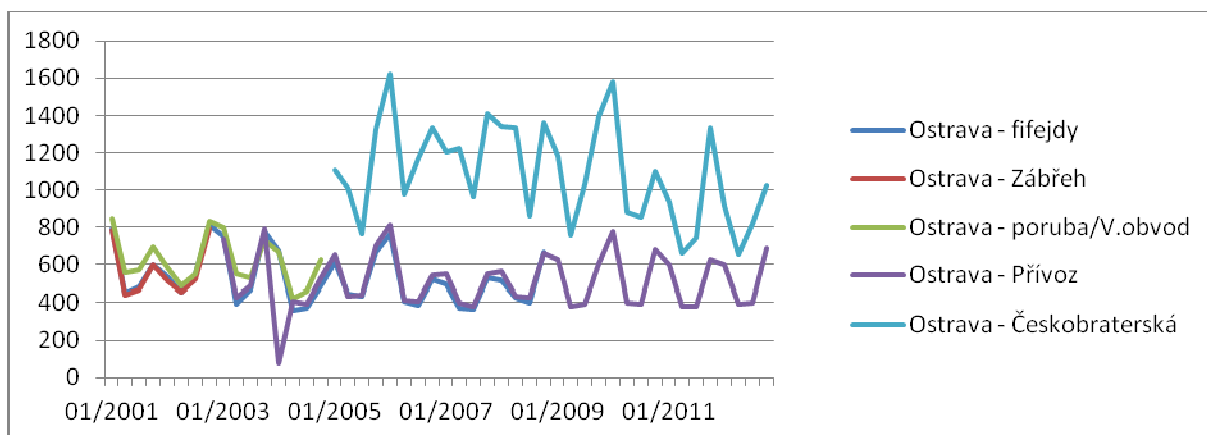
PM<sub>10</sub> čtvrtletní hodnoty



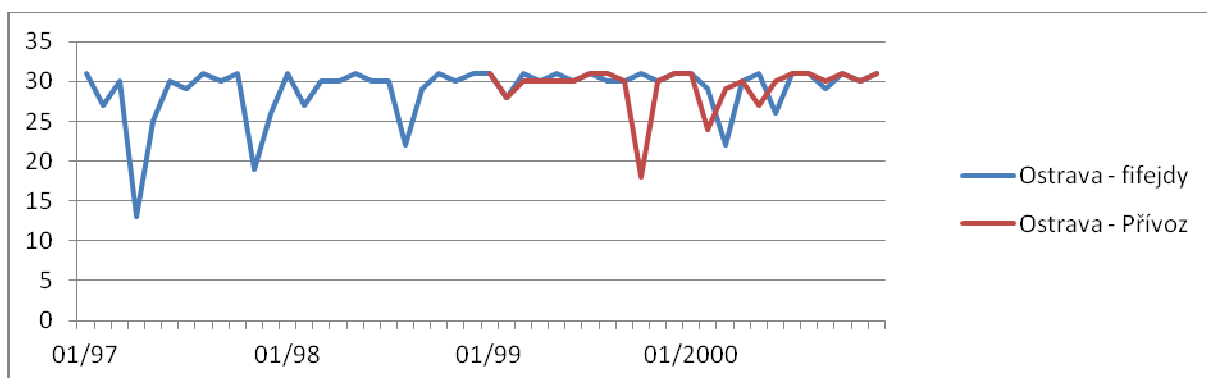
CO měsíční hodnoty



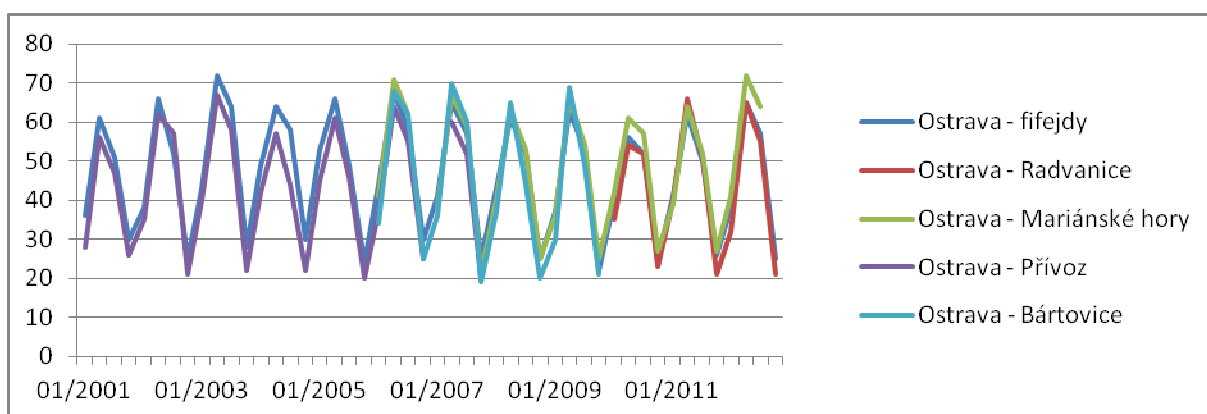
### CO čtvrtletní hodnoty



### O3 měsíční hodnoty

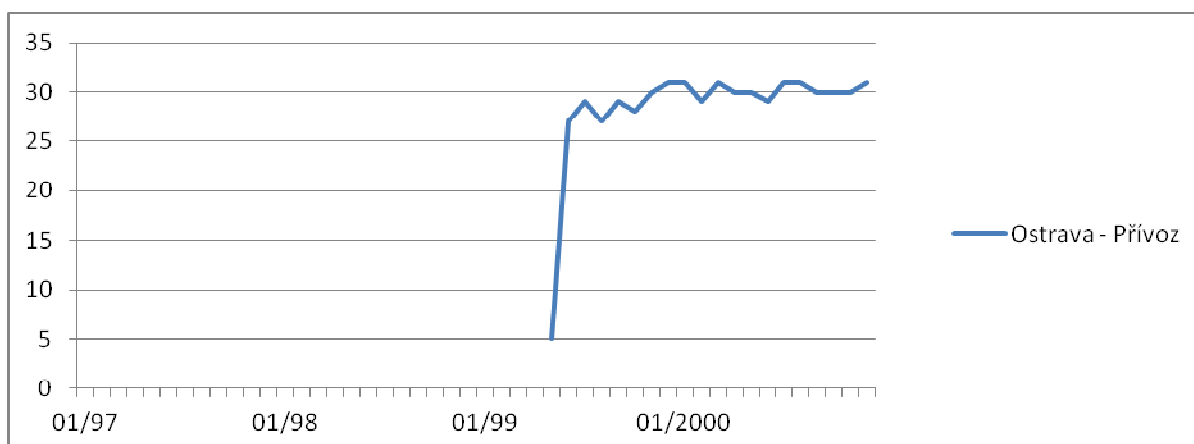


### O3 čtvrtletní hodnoty





BNZ měsíční hodnoty



BNZ čtvrtletní hodnoty

